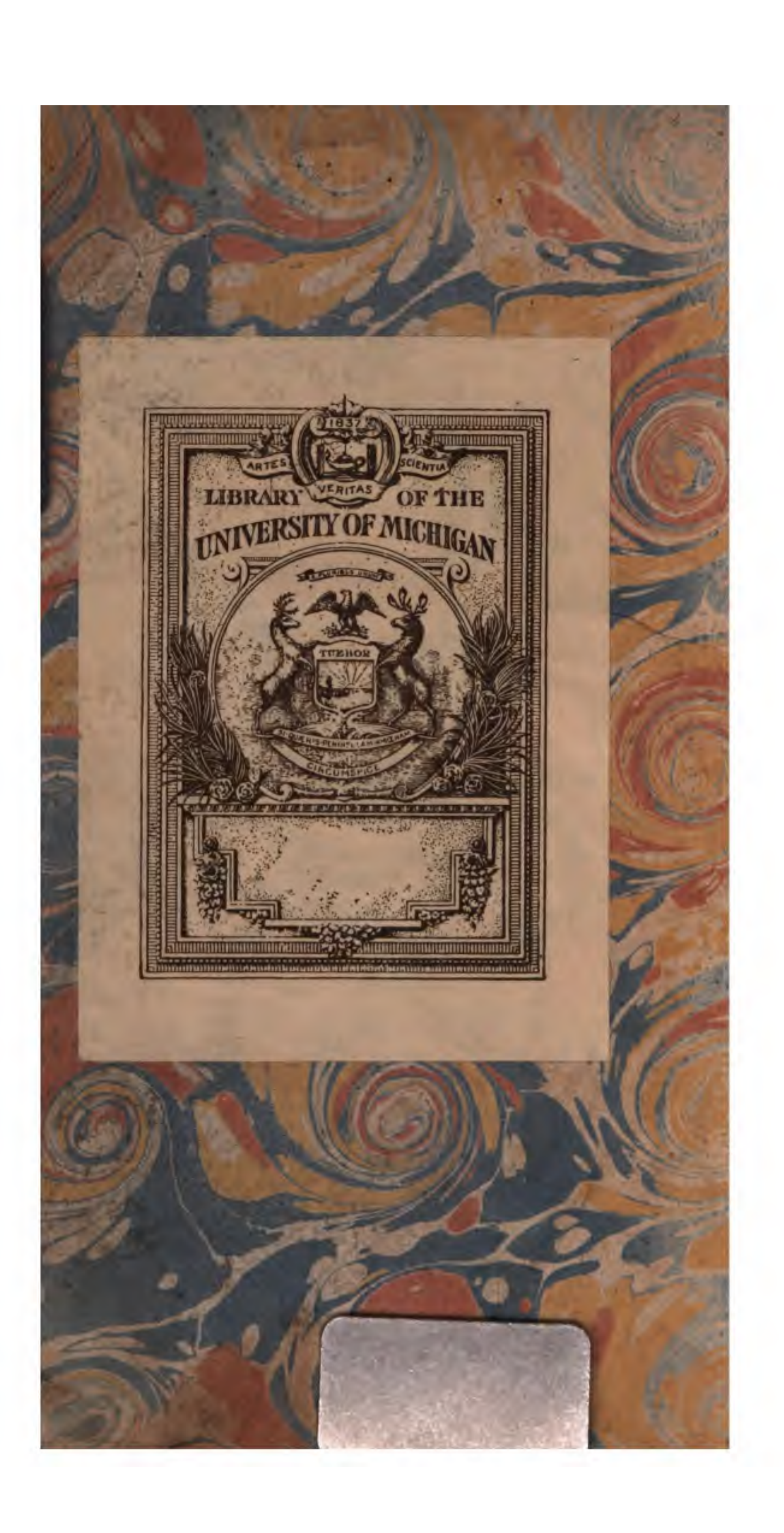




1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE



PRINCIPES DE NAVIGATION,

OU

ABRÉGÉ DE LA THÉORIE

ET DE

LA PRATIQUE

DU PILOTAGE.

Ce livre se vend,

A PARIS, chez { Jombert le jeune, rue Dauphine. Durand, neveu, rue Galande. La Porte, Imprimeur, rue des Noyers. Mequignon *junior*, rue de la Harpe. }

A BORDEAUX, chez { Pallandre le jeune. Bergeret. }

A BAÏONNE, chez Bancel.

A BREST, chez { R. Malassis, Imprimeur. Fournier. }

A CALAIS, chez J. Hamon.

A COUTANCES, chez G. Joubert, Imprimeur.

A CHERBOURG, chez Nicolas Moisson.

A CAEN, chez le Roi, Imprimeur du Roi.

A DIEPPE, chez Dubuc.

A DUNKERQUE, chez Laurent.

AU HAVRE, chez { Faure, Imprimeur. Patry. }

A HONFLEUR, chez Gervais.

A LYON, chez J. M. Bruiset freres.

A L'ORIENT, chez Fauvel.

A MARSEILLE, chez J. Mossy, Imprimeur.

A MORLAIX, chez J. Nicole.

A NANTES, chez { Despilly. Brun l'ainé. }

A RENNES, chez Robiquet.

A ROCHEFORT, chez Mesnier, Imprimeur.

A TOULON, chez Julien Bœry

A S. MALO, chez { Valais. Hovius. }

A VALOGNES, chez Ch. Coquierre.

Nota. Tous les Exemplaires qui ne seront point signés ci-bas par RACINE, doivent être regardés comme édition contre-faite.

A. Racine f.

PRINCIPES
DE NAVIGATION,

OU

ABRÉGÉ DE LA THÉORIE

ET DE

LA PRATIQUE
DU PILOTAGE,

Rédigés par Ordre du Roi, pour les Ecoles d'Hydrographie, ſous le Miniſtere de M. le Maréchal de Caſtries.

Vincent François Jean Noël

PAR M. DULAGUE, *Profeſſeur d'Hydrographie au College Royal de Rouen, Membre de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres & Arts de la même Ville.*

Prix, broché en carton, 3 liv. 5 ſ. relié 3 liv. 15 ſ.



A ROUEN,

Chez J. RACINE, Libraire, rue Ganterie.

M. DCC. LXXXVII.

Avec Approbation & Privilege du Roi.



AVERTISSEMENT.

CES Principes élémentaires ſont un extrait de mes Leçons de Navigation. J'avois recueilli dans ces Leçons, tout ce que j'avois cru néceſſaire à former un habile Pilote. Elles renferment par conſéquent bien des choſes au-deſſus de la portée du commun de ceux qui ſe deſtinent à la Marine Marchande.

» L'intention du Roi étant qu'on ſuive » à l'avenir une même méthode d'enſeigne- » ment dans toutes les Ecoles d'Hydrogra- » phie établies dans les différens Ports du » Royaume: « j'ai reçu ordre de raſſembler les Principes abſolument néceſſaires à tout Marin, pour être reçu Capitaine.

J'ai donc cru, pour obéir à ces ordres, devoir extraire de mon Livre le principal de la Science du Pilotage. Je le préſente ici ſous trois points de vue différens. J'ai mis en caracteres italiques les définitions & les préceptes d'une indiſpenſable néceſſité, & qu'on exige de rigueur dans les Examens. J'ai employé le caractere ordinaire pour expoſer la doctrine & ce qu'il convient d'étudier avec attention. Enfin j'ai mis en plus petit caractere ce qui ne ſert qu'à éclaircir & à faire mieux com-

prendre l'expoſition de cette doctrine, expoſition qui n'étant pas d'une abſolue néceſſité, pourra ſe paſſer plus légérement : à ce moyen cet ouvrage ſera utile à tous.

Il ne faut pourtant pas croire que ce qui eſt ſous ce petit caractere ſoit inutile à la Navigation. Plus un Pilote eſt inſtruit; mieux il ſait tirer parti des différens moyens que lui fournit ſa Science. S'il ne ſait pas bien ſa route, il s'écartera & courra les riſques d'une Navigation plus onéreuſe à ſes commettans & plus dangereuſe pour lui.

Or un Pilote doit penſer que non-ſeulement il eſt reſponſable à l'Etat de lui-même & de ceux qui lui ont confié leur vie, mais encore des marchandiſes qu'il tranſporte, & dont la perte ou le dépériſſement, en faiſant tort au commerce, affoiblit un de ſes principaux nerfs, & diminue les reſſources du Gouvernement. Il doit donc, tant pour ſon intérêt propre que pour celui de ſon Roi, de ſa Nation & de ſes Concitoyens, chercher à acquérir toutes les connoiſſances qui ſont de ſon reſſort.

C'eſt pour lui en faciliter les moyens & éclaircir ſon zele que je le renvoie à mes Leçons de Navigation, s'il veut ſavoir ſon art plus à fond. Outre une plus ample explication, il y trouvera des connoiſſances plus étendues & des Exemples aſſez nombreux, pour ſe former au calcul, dont il a beſoin, ſelon les différentes circonſtances & les diffé-

rentes obſervations qu'il peut faire pour aſſurer ſa Navigation.

Quoique j'aie cru devoir, dans ce volume de Principes, m'en tenir pour l'ordinaire à un Exemple : cependant une expérience de trente-cinq ans m'a donné lieu de remarquer, que c'eſt principalement à force de mettre les regles en pratique, ſur des Exemples vrais ou ſuppoſés, que mes Eleves ont fait le plus de progrès dans la Science du Pilotage. Rien ne leur fait mieux comprendre, ne les met plus au fait des principes & ne les leur fait mieux retenir, que de les obliger à en faire uſage & à les appliquer par des Exemples multipliés. Mais j'ai regardé ce travail comme celui des Profeſſeurs. J'aurois d'ailleurs groſſi ce volume en pure perte pour les Eleves, & je n'aurois pas répondu aux vues du Gouvernement, qui demande que cet ouvrage ne contienne que ce qu'on doit abſolument exiger des Marins pour être reçus Capitaines.

Je me ſuis de plus conformé en cela aux ſentimens & à la marche de MM. Bouguer & de la Caille, nos grands Maîtres, & on peut appliquer à ce Livre d'Elémens, ce que ce dernier dit dans l'Avertiſſement du Nouveau Traité de Navigation. » Il y a dans ce » Traité aſſez de pratiques pour faciliter l'u» ſage de chacune des Regles qu'on y expoſe. » Mais un Hydrographe zélé pour ſa profeſ» ſion, ne doit pas s'en contenter. Il doit les » varier de toutes manieres, & ſelon tous les

» cas possibles, pour y exercer long-tems ses
» Eleves. Il doit faire exécuter les pratiques
» de chaque Exemple, d'abord par la cons-
» truction Géométrique d'une figure, ensuite
» par le calcul Trigonométrique. De même le
» jeune Marin destitué du secours d'un Maître,
» doit tâcher de se procurer des Journaux de
» Voyages, pour en suivre toutes les opéra-
» tions, & refaire les calculs. «

Il est bon d'avertir ici que, si, dans le courant du discours, il se trouve des nombres renfermés entre deux parentheses, ces nombres sont des renvois aux numéros où l'on trouvera les préceptes dont on fait l'application dans ces endroits.



TABLE
DES MATIERES.

LIVRE PREMIER.

TROISIEME SECTION.

Notions Géographiques & Astronomiques.

LIVRE SECOND.

Des Calculs Astronomiques.

PREMIERE SECTION.

SECONDE SECTION.

Du Calcul des Phases de la Lune & des Marées.

TROISIEME SECTION.

QUATRIEME SECTION.

LIVRE TROISIEME.

De la Route générale du Navire.

PREMIERE SECTION.

De la Direction que ſuit le Vaiſſeau.

SECONDE SECTION.

Du Sillage ou de la Mesure du Chemin du Vaisseau. Remarques générales sur la Navigation. De la maniere de s'approcher de terre & de sonder.

TROISIEME SECTION.

Des Cartes Marines ou Hydrographiques.

LIVRE QUATRIEME.

De la Réfolution des Routes de Navigation par diverfes Méthodes.

PREMIERE SECTION.

Dans laquelle on explique la maniere de Naviguer par le Quartier de Réduction.

SECONDE SECTION.

Dans laquelle on explique la Réſolution des Routes de Navigation, ſoit en ſe ſervant de la Regle & du Compas, ſoit en employant ſeulement le Calcul.

LIVRE CINQUIEME.

De la Détermination de la Longitude en Mer, par la meſure des Diſtances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles.

RECUEIL

De Tables Astronomiques.

Fin de la Table.

PRINCIPES



PRINCIPES DE NAVIGATION;

OU

ABRÉGÉ DE LA THÉORIE

ET DE

LA PRATIQUE DU PILOTAGE.

LIVRE PREMIER.

Préliminaires de la Navigation.



'ART de naviguer, que l'on appelle ordinairement *Pilotage*, consiste dans la connoissance de toutes les particularités de la route d'un Vaisseau. Non-seulement il met en état de déterminer en quel endroit de la Mer on se trouve dans chaque instant de sa Navigation; mais il apprend encore à connoître la direction précise

qu'il faut ſuivre pour ſe rendre au Port où l'on ſe propoſe d'aller.

On diſtingue deux ſortes de Navigations. L'une s'appelle *Cabotage*. C'eſt celle dans laquelle on va de terre à terre, de cap en cap ou le long des côtes, ſans perdre ordinairement la terre de vue.

L'autre ſe nomme *Long-cours*. Elle comprend les voyages pour leſquels on avance en pleine Mer, ou dans leſquels on traverſe l'Océan. On l'appelle auſſi *Hauturiére*, parce que le Pilote n'étant plus dirigé par la vue des côtes, eſt obligé d'obſerver les Aſtres & de prendre *Hauteur*.

Il devient donc néceſſaire que le Navigateur ſache les principales définitions de la Sphere, & qu'il ait une connoiſſance abrégée des élémens d'Aſtronomie. Et comme d'ailleurs cette derniere Science, & toutes les parties de la marine même, empruntent pluſieurs termes & diverſes choſes de la Géométrie, il eſt à propos que nous commencions par donner quelques notions qui lui appartiennent.

PREMIERE SECTION.

Notions & Définitions de Géométrie.

1. L'OBJET de la *Géométrie* eſt de meſurer l'étendue. Or, dans l'étendue on peut conſidérer la *longueur* ſeulement, ou la longueur & la *largeur* enſemble; ou enfin la longueur, la largeur & la *profondeur* ou *hauteur*.

2. Les Géometres nomment *Ligne*, la longueur conſidérée ſéparément. Ils ont donné le nom de *Surface* ou *Superficie* à la longueur & la largeur conſidérées enſemble. Enfin ils déſignent par le nom de *Corps* ou *Solide* tout objet dans lequel ils conſidérent la longueur, la largeur & la profondeur.

3. Les ſurfaces ſont de deux ſortes. Celles dont tous les points peuvent être touchés par une ligne droite, qui ſe meut deſſus de toutes les manieres, s'appellent des *Sur-*

faces planes ou ſimplement des *Plans*, comme ſeroit le deſſus d'une table bien unie, d'une glace de miroir ordinaire, &c.

4. Celles dont tous les points ne peuvent être touchés par une ligne droite, ſe nomment des *Surfaces courbes* : telles ſont celles d'une voûte, d'une boule, &c. Si la courbure eſt intérieure, comme le dedans d'une voûte, elle ſe nomme *Surface concave* : ſi elle eſt extérieure, comme le deſſus d'une voûte ou d'un dôme, elle s'appelle *Surface convexe*.

CHAPITRE PREMIER.

Des Lignes, du Cercle & des Angles.

5. On appelle *Ligne droite*, celle qui va directement, & par le plus court chemin, d'un point à un autre; comme la ligne AB (Fig. 1.). Fig. 1.

6. On nomme *Ligne courbe*, celle qui va d'un point à un autre en faiſant quelque détour, comme la ligne CD Fig. 2. (Fig. 2.).

7. On appelle *Lignes paralleles*, celles qui ſont par tous leurs points à égale diſtance l'une de l'autre. Ces lignes prolongées à l'infini ne ſe rencontreroient jamais. Telles ſont les lignes AB & CD (Fig. 3.). Fig. 3.

8. Une ligne qui tombe ſur une autre, & qui la coupe, de ſorte qu'elle ne panche pas plus vers un côté que vers l'autre, s'appelle *Perpendiculaire*. Ainſi la ligne CD Fig. 4. (Fig. 4.) eſt perpendiculaire ſur la ligne AB, & celle-ci ſur CD.

9. La *Ligne oblique* eſt celle qui tombe ſur une autre, en s'inclinant plus d'un côté que de l'autre. Par conſéquent GH (Fig. 5.) eſt oblique à EF, & réciproquement EF Fig. 5. à GH.

Du Cercle & de ſa Diviſion en degrés.

10. Le *Cercle* eſt une figure plane parfaitement ronde,

qui se décrit en faisant tourner l'une des jambes d'un compas, l'autre jambe demeurant fixe au milieu de la figure &
Fig. 6. formant un point C (Fig. 6.) qu'on appelle *Centre*. La ligne courbe ABDE qui en forme le contour est appellée *Circonférence*. On dit dans ce même sens, la circonférence de la Terre, la circonférence des Cieux.

11. Les lignes droites qui traversent le cercle en passant exactement par le centre, s'appellent des *Diametres*. La ligne AD en est un, & l'on peut en tirer une infinité d'autres dans tous les sens, lesquels seront tous égaux entr'eux.

12. La moitié du diametre comprise entre le centre & la circonférence, s'appelle *Demi-Diametre* ou *Rayon*. Ainsi les lignes CA, CF, CB, CD, &c. sont des rayons ou demi-diametres; il est évident qu'ils sont aussi tous parfaitement égaux entr'eux.

13. Une portion de la circonférence d'un cercle comme AF, s'appelle un *Arc*. La ligne droite AF tirée d'une extrémité de l'arc à l'autre, s'appelle une *Corde*.

14. Les Géometres divisent la circonférence du cercle en 360 parties égales, qu'ils nomment *Degrés*. Chaque degré se divise en 60 parties égales, qu'on appelle *Minutes*; chaque minutes en 60 parties égales nommées *Secondes*; chaque seconde en 60 parties égales appellées *Tierces*, &c.

15. On désigne souvent les degrés par un petit *zéro* qu'on met après les chiffres qui en marquent le nombre, & un peu au-dessus. Les minutes sont désignées par une espece d'accent ou de virgule : les secondes par deux de ces accents; les tierces par trois, & ainsi de suite. Un arc ou partie de la circonférence qui seroit de 35 degrés 26 minutes 18 secondes 6 tierces, s'écrit ainsi $35^{\circ}\ 26'\ 18''\ 6'''$.

16. La circonférence entiere d'un cercle étant de 360 degrés, la demi-circonférence sera donc de 180 degrés; le quart en renfermera 90; la sixieme partie 60; la douzieme 30, la vingt-quatrieme 15, &c.

Des Angles.

17. On appelle *Angle* l'ouverture que forment deux lignes qui se coupent ou se touchent dans un point. Le

point de rencontre B (Fig. 7.) eſt la *pointe* ou *ſommet* de l'angle, & les deux lignes AB & BC en ſont les côtés. Fig. 7.

18. On marque quelquefois l'angle par une ſeule lettre qu'on met à la pointe ; mais quand on en emploie trois, c'eſt toujours la ſeconde qui déſigne le ſommet. Ainſi l'angle formé par les lignes AB & BC doit être indiqué par ABC ou par CBA, & non pas par ACB ni BAC.

19. Quand l'angle eſt formé par deux lignes droites, il ſe nomme *Rectiligne ;* formé ſur une Sphere par deux arcs de grands cercles, on le nomme *Sphérique.*

20. La grandeur d'un angle ne dépend nullement de la longueur de ſes côtés ; mais ſeulement de la ſituation ou de l'inclinaiſon de l'un par rapport à l'autre. Plus les lignes droites qui forment l'angle ſont ouvertes, plus l'angle eſt grand. Sa meſure en degrés ſe prend ſur l'arc de cercle AC compris entre ſes deux côtés, & décrit du ſommet B de l'angle comme centre.

Les angles prennent différens noms, ſelon qu'ils ſont plus ou moins grands, ou plus ou moins ouverts. On en diſtingue de trois ſortes, *le Droit*, *l'Aigu* & *l'Obtus.*

21. *L'Angle droit* eſt celui qui a pour meſure préciſément 90 degrés ou le quart du cercle. Alors les deux lignes qui le forment ſont perpendiculaires l'une ſur l'autre. Ainſi l'Angle ACB (Fig. 6.) eſt droit, puiſqu'il embraſſe l'arc AB quart de la circonférence ; l'angle BCD l'eſt auſſi par la même raiſon. Fig. 6.

22. *L'Angle aigu* eſt celui qui eſt formé par deux lignes plus inclinées vers un côté que vers l'autre, ou dont l'ouverture eſt plus petite que le quart du cercle. Ainſi l'angle ACF eſt aigu, puiſqu'il embraſſe l'arc AF moindre que le quart de la circonférence. Par la même raiſon l'angle BCF eſt auſſi un angle aigu.

On voit par-là qu'il y a des angles aigus d'une infinité de ſortes, de 10, de 15, de 20, &c. degrés ; puiſqu'il ſuffit pour qu'un angle ſoit tel, qu'il ait moins que 90 degrés, ou le quart du cercle pour meſure.

23. Enfin l'angle eſt *obtus* quand ſes côtés CD, CF embraſſent un arc de plus de 90 degrés. Il y en a auſſi d'une infinité de grandeurs, de 100, de 110, de 120, &c. degrés.

24. On appelle *Complément* d'un arc ou d'un angle sa différence avec l'angle droit, c'est-à-dire, avec 90 degrés. Si un angle est de 30 degrés, son complément sera de 60; s'il est de 50° 50′, son complément sera de 39° 10′; s'il est de 112° 28′, son complément sera de 22° 28′. Ainsi le complément de l'angle ACF est l'angle BCF, & réciproquement: le complément de l'angle obtus DCF est aussi l'angle BCF.

25. Le *Supplément* d'un arc ou d'un angle est sa différence à deux angles droits ou 180 degrés. Ainsi les angles DCF, ACF sont supplémens l'un de l'autre.

CHAPITRE II.

Problêmes de Géométrie-pratique.

PROBLÊME PREMIER.

Mener une parallele à une ligne droite par un point donné.

SOLUTION.

Fig. 8. 26. SOIT le point donné A (Fig. 8.) par lequel on veut tirer la ligne AB parallele à CD. Du point A pris pour centre, décrivez avec un compas l'arc ECF qui touche exactement la ligne CD sans la couper. Avec la même ouverture de compas du point D pris à discrétion sur la ligne donnée CD, décrivez l'arc GBH. Tirez ensuite la ligne droite AB de maniere qu'elle passe par le point proposé A, & qu'elle rase l'arc GBH. Les deux lignes AB & CD seront paralleles.

Fig. 9. 27. *Autre Solution.* Du point donné A (Fig. 9.) & de l'intervalle AD pris à discrétion, tracez l'arc de cercle DB; de la même ouverture de compas & du point D comme centre, décrivez l'arc AC; prenez ensuite cette

distance AC, & portez-la de D en B. Tirez la ligne AB, elle sera parallele à CD.

PROBLÊME II.

D'un point donné hors d'une ligne abaisser une perpendiculaire sur cette ligne.

28. *Solution.* Soit le point donné A (Fig. 10 & 11.) d'où l'on veut abaisser une perpendiculaire sur BC. De ce point A comme centre, décrivez à volonté l'arc de cercle BIC qui coupe la ligne donnée en deux points B & C. De chacun de ces points B & C décrivez avec une égale ouverture de compas prise à discrétion deux petits arcs de cercle, qui se coupent en D. Ensuite par le point donné A & par le point D, tirez la perpendiculaire AI. Fig. 10 & 11.

29. *Autre Solution.* Si le point donné A (Fig. 12.) répond vers l'extrémité D de la ligne BD, & que la place ne permette pas de prolonger cette ligne, tirez par le point A la ligne oblique AB à volonté. Du point C, milieu de cette ligne, & de l'ouverture AC ou BC décrivez le demi-cercle BDA qui indiquera le point D sur lequel doit tomber la perpendiculaire cherchée AD. Fig. 12.

PROBLÊME III.

Sur un point donné dans une ligne droite élever une perpendiculaire à cette ligne.

30. *Solution.* Soit le point A de la ligne BC (Fig. 13.) sur lequel on demande d'élever une perpendiculaire. 1°. Mettez une pointe du compas au point donné A, & faites les distances AB & AC parfaitement égales. 2°. Ouvrez le compas à discrétion, & des points B & C comme centres, faites une section hors de la ligne donnée comme en D. Ensuite tirez AD : c'est la perpendiculaire cherchée. Fig. 13.

PROBLÊME IV.

Sur l'extrémité d'une ligne élever une perpendiculaire.

31. *Solution.* Pour élever une perpendiculaire sur l'ex-
Fig. 14. trémité A de la ligne AB (Fig. 14.) : du point A comme centre & d'une ouverture de compas prise à volonté, décrivez la portion de la circonférence de cercle indéfinie CDE. Portez la même ouverture de compas sur cet arc de C en D & de D en E : & des points D & E décrivez deux arcs de cercle qui se coupent en F. Tirez la ligne AF, elle sera perpendiculaire sur l'extrémité A de la ligne AB.

Fig. 15. 32. *Seconde Solution.* Du point A comme centre (Fig. 15.) décrivez à discrétion l'arc de cercle BE : portez la même ouverture de compas de B en C : prenez-en la moitié BD, & portez-la de C en E : le point E sera celui par lequel doit passer la perpendiculaire demandée.

Fig. 16. 33. *Troisieme Solution.* Du point C (Fig. 16.) pris à volonté comme centre, & de l'intervalle AC décrivez une circonférence de cercle en tout ou en partie. Cette circonférence passera par le point A, & coupera la ligne AB en B. Tirez le diametre BCD, & joignez les points A & D par la ligne AD, elle sera perpendiculaire sur l'extrémité A de la ligne donnée.

PROBLÊME V.

Une ligne étant donnée, la partager en deux parties égales par une perpendiculaire.

34. *Solution.* Des deux extrémités A & B de la ligne
Fig. 17. donnée (Fig. 17.), le compas étant ouvert à volonté, faites deux sections hors de cette ligne, l'une en C & l'autre en D : par ces deux points tirez la ligne CD, elle sera perpendiculaire à la ligne donnée AB, & la divisera en deux parties égales au point E.

PROBLÊME VI.

Faire paſſer la circonférence d'un cercle par trois points donnés, pourvu qu'ils ne ſoient pas en ligne droite.

35. *Solution.* Pour faire paſſer une circonférence de cercle par les trois points donnés A, B, C (Fig. 18.), joignez par des lignes les points A & B auſſi-bien que B & C. Diviſez chacune de ces lignes en deux également (34) par les perpendiculaires EF, GH. Le point de rencontre D de ces perpendiculaires ſera le centre du cercle qui paſſera par les trois points donnés A, B, C. Fig. 18.

PROBLÊME VII.

Diviſer la circonférence d'un cercle en quatre parties égales.

36. *Solution.* Tirez premiérement la ligne AB (Fig. 19.) de maniere qu'elle paſſe par le centre C : ce ſera par conſéquent (11) un diametre qui ſoutiendra la moitié de la circonférence. Diviſez enſuite ce diametre en deux parties égales par la perpendiculaire DE, le cercle ſera partagé en quatre parties égales, dont chacune renfermera 90 degrés. Fig. 19.

PROBLÊME VIII.

Diviſer la circonférence d'un cercle en 360 parties égales ou degrés

37. *Solution.* Il faut d'abord partager le cercle en quatre parties égales par les lignes HI & AE (Fig. 20.). Enſuite diviſant chaque partie en trois également, on aura ſur la circonférence 12 arcs, AK, KB, BI, &c. de 30 degrés chacun. Partageant donc ces 30 degrés en 3, on aura des arcs de 10 degrés ; partagez ceux-ci en deux pour Fig. 20.

en avoir de 5 degrés ; & ces derniers en 5 parties égales ; pour avoir de petits intervalles qui seront chacun d'un degré, vous aurez un cercle divisé en 360 degrés.

38. On peut encore diviser un cercle en ses 360 degrés en prenant avec un compas la longueur d'un des rayons com-
Fig. 20. me CA (Fig. 20.). On porte cette grandeur six fois sur la circonférence, de A en B, de B en D, de D en E, de E en F, de F en G & de G en A. Les six longueurs du rayon portées de cette sorte, formeront toujours exactement toute la circonférence du cercle, & chaque longueur du rayon donnera par conséquent 60 degrés ; c'est-à-dire qu'il y aura 60 degrés de A en B, de B en D, &c.

Cette premiere opération étant faite, on partage chaque arc en deux parties égales, aux points K, I, L, M, H & N, ce qui donne, comme ci-dessus, 12 arcs, AK, KB, BI, &c. de 30° chacun : divisant donc ces derniers en trois, on aura (37) des arcs de 10 degrés, &c.

PROBLÊME IX.

Faire un Angle égal à un Angle donné.

39. *Solution.* Pour faire l'angle DEF égal à l'angle donné
Fig. 21. ABC (Fig. 21.), tirez d'abord la ligne ED, si elle ne l'est déjà. Puis du point B sommet de l'angle donné, & d'un rayon BA pris à discrétion, décrivez entre les côtés de cet angle l'arc AC. De l'extrémité E de la ligne ED, & d'un rayon égal à BA tracez l'arc DH. Prenez la distance AC, & portez-la sur l'arc DH de D en F. Enfin tirez la ligne EF, vous aurez l'angle DEF égal à l'angle ABC.

PROBLÊME X.

Partager en deux également un Angle donné.

Fig. 22. 40. *Solution.* Du sommet B (Fig. 22.) pris pour centre, & d'une ouverture de compas prise à discrétion, décrivez l'arc AC. Des extrémités A & C de cet arc, tracez les petits arcs DE, FG qui se coupent en O. Menez la ligne BO : elle coupera l'angle ABC en deux parties égales.

PROBLÊME XI.

Faire un angle d'un nombre de degrés proposé.

41. *Solution.* Il faut se rappeller la méthode dont on a parlé ci-devant (37 & 38) pour diviser un cercle. Si l'on se propose, par exemple, de faire un angle de 55 degrés sur la ligne donnée BC (Fig. 23.). De l'extrémité B de la ligne comme centre, & d'un rayon BC pris à volonté, décrivez l'arc de cercle CD; & sans changer l'ouverture du compas, portez-la sur cet arc de C en D, vous aurez l'arc CD de la sixieme partie du cercle (38), ou de 60 degrés. Divisez cet arc par la moitié en E pour en avoir un de 30 degrés. L'espace ED étant partagé en trois parties égales, vous donnera le point de 40 degrés en F, celui de 50 en G: divisez en deux l'arc GD compris entre 50 & 60 degrés, le point A trouvé sera celui de 55 degrés: par ce point & par B pris ci-devant pour centre, tirez la ligne AB pour second côté; l'angle ABC sera de 55 degrés, puisqu'il a pour mesure l'arc CA compris entre ses côtés. Fig. 23.

Si l'angle demandé étoit plus grand que 60 degrés, il faudroit porter deux ou trois fois l'ouverture de compas ou le rayon sur l'arc CD pour en avoir un de 120 ou 180 degrés, & faire le reste comme ci-devant.

PROBLÊME XII.

Un angle étant donné à volonté en mesurer l'ouverture.

42. *Solution.* Pour connoître la valeur d'un angle tracé, on opérera comme au problême précédent. Supposons qu'on veuille mesurer l'angle ABC (Fig. 23.). Du sommet B comme centre & d'une ouverture de compas à discrétion BC, on décrira l'arc CD. Portant cette même ouverture de C en D on aura 60 degrés. Il ne s'agit donc plus que de chercher combien il y a de degrés dans l'arc compris entre les deux côtés de l'angle, selon la proportion de 60 degrés Fig. 23.

qu'on vient de trouver. On marquera en E la moitié de ce nombre, & l'on divisera en trois la distance ED. Enfin prenant la moitié de l'espace GD, on aura le point de 55 degrés : ce qui fait voir que l'angle ABC est de ce nombre de degrés.

S'il est nécessaire de pousser les divisions plus loin, ce qui arrive le plus souvent, il faudra partager les arcs de 5 degrés en 5 parties égales, & prendre les fractions de ces dernieres parties.

Autres méthodes de mesurer les angles.

43. On trouve toujours dans les étuis de Mathématiques, un instrument nommé *Rapporteur*, dont on se sert pour mesurer les angles avec beaucoup plus de facilité. Ce rapporteur est un demi-cercle divisé en ses 180 degrés, & tracé sur du cuivre ou sur de la corne. On applique le centre du rapporteur à la pointe de l'angle, & il ne reste plus qu'à voir combien il y a de degrés compris entre les deux côtés de l'angle. Cet instrument sert non-seulement à mesurer les angles, mais à en former qui aient précisément le nombre de degrés qu'on veut leur donner.

44. On peut aussi se servir de tout cercle déjà divisé en degrés, pour mesurer les angles. Si l'on veut, par exemple, me-
Fig. 23. surer l'angle ABC : entre les côtés de cet angle, prolongés s'il est nécessaire, on décrira l'arc AC précisément du même rayon, ou avec la même ouverture de compas qu'a été décrit le cercle qui est divisé en degrés. Il suffira ensuite de prendre avec le compas la corde de l'arc AC qui mesure l'angle, & de la transporter sur le cercle divisé : la quantité de degrés qu'elle embrassera sera la grandeur de l'angle ABC.

45. Au lieu d'un cercle divisé en degrés on peut encore faire usage d'une ligne droite, sur laquelle se trouvent marquées toutes les longueurs des cordes prises dans un cercle d'un certain rayon. Les Pilotes ont communément entre les mains des regles de buis, sur lesquelles se trouve ordinairement gravée une ligne ainsi divisée sous le nom *d'Echelle des cordes*. On en trouvera la construction Livre I. Chap. V. de la premiere Section des Leçons de Navigation.

46. Pour mesurer un angle par le moyen de cette échelle, il n'y a qu'à décrire entre les deux côtés de l'angle proposé un arc AC, dont le rayon BC soit exactement égal à la corde de 60 degrés prise sur l'échelle ; parce que cette corde indique la longueur du rayon du cercle qui a servi à la construction de

l'échelle. L'arc AC étant décrit, il ne reste plus qu'à prendre sa corde AC avec le compas, & la porter sur l'échelle, faisant attention de placer l'une des jambes au point marqué *zéro*; l'autre jambe indiquera sur l'échelle le nombre de degrés qui forme la mésure de l'angle cherché.

CHAPITRE III.

Des Triangles.

47. Le *Triangle* est une figure bornée par trois côtés : il renferme trois angles. On appelle *Triangle Rectiligne*, celui qui est formé par trois lignes droites; & on nomme *Triangle Sphérique*, celui qui est formé sur une sphere par trois arcs de grands cercles.

On peut considérer le triangle par rapport à ses angles, ou par rapport à ses côtés; ce qui lui fait donner des noms différens.

I°. *Par rapport à ses Angles.*

48. Si le triangle a un angle droit, il s'appelle *Rectangle*, comme ABC (Fig. 24.) : on nomme le côté AC Fig. 24. opposé à l'angle droit B, l'*Hypoténuse*.

49. Si le triangle n'ayant pas d'angle droit, ses trois angles sont aigus, il s'appelle *Obliquangle* ou *Oxygone*, comme DEF (Fig. 25.). Fig. 25.

50. Si le triangle enfin a un angle obtus ou plus grand qu'un droit, il se nomme *Obtus-angle* ou *Ambligone*, comme GHI (Fig. 26.). Fig. 26.

II°. *Par rapport à ses côtés.*

51. Si les trois côtés d'un triangle sont égaux, il se nomme *Equilatéral*, comme LMN (Fig. 27.) Fig. 27.

52. Si deux côtés seulement sont égaux, ce triangle s'appelle *Isocele*, comme OPQ (Fig. 28.). Fig. 28.

53. Et si les trois côtés sont inégaux, il s'appelle *Sca-*
Fig. 29. *lene*, comme RST (Fig. 29.).

54. Une propriété très-remarquable, & qu'il importe aux Pilotes de savoir, c'est que *dans tous les triangles formés par des lignes droites, soit que ces triangles soient rectangles ou obliquangles, les trois angles joints ensemble valent toujours* 180 *degrés* : c'est-à-dire, que si du même rayon ou de la même
Fig. 30. ouverture du compas, on décrit dans le triangle de la *Fig.* 30, trois arcs de cercle dans les trois angles A, B, C, pour leur servir de mesure, ces trois arcs joints ensemble feront toujours une demi-circonférence de cercle, & vaudront par conséquent 180 degrés. Ce seroit la même chose si l'on ouvroit ou si l'on fermoit les deux angles A & B : ils deviendroient plus grands ou plus petits ; les deux lignes AC & BC, au lieu de s'aller rencontrer en C, se rencontreroient plus loin ou plus près ; mais l'angle C qui, comme nous l'avons dit (20), ne reçoit pas sa grandeur de celle de ses côtés, deviendroit plus aigu ou plus obtus, plus petit ou plus grand : & de cette sorte les trois angles vaudroient toujours 180 degrés ou la moitié du cercle.

55. Il suit delà qu'aussi-tôt qu'on connoît deux angles d'un triangle, on connoît toujours le troisieme ; puisqu'il est le reste à la moitié du cercle. Si l'un des angles est, par exemple, de 60 degrés & l'autre de 80, il faut nécessairement que le troisieme soit de 40, afin que les trois ensemble fassent 180 degrés. Lorsque le triangle est rectangle, l'angle droit vaut lui seul 90 degrés, ainsi il faut que les deux autres angles qui sont aigus, fassent ensemble l'autre moitié ou les autres 90 degrés, & qu'ils soient par conséquent le complément l'un de l'autre. Supposé que l'un soit de 30 degrés, l'autre sera de 60. Si l'un est de 41° 15′, l'autre sera de 48 degrés 45′.

56. On peut remarquer encore comme une propriété utile, que *le plus grand angle d'un triangle est toujours opposé au plus grand côté, & le plus petit angle au plus petit côté*, de sorte que *quand deux côtés sont égaux, les deux angles opposés sont aussi égaux*.

57. Les figures formées de quatre côtés se nomment *Quadrilateres*, & on les nomme *Parallélogrammes*, lorsque
Fig. 31. leurs côtés opposés sont paralleles entr'eux. La *Fig.* 31 nous présente un de ces parallélogrammes ; le côté AB, est paral-
Fig. 32. lele à CD, & AC l'est à BD. La *Fig.* 32 est bien encore un parallélogramme, mais on lui donne en particulier le nom de *Rectangle*, parce que tous ses angles sont droits.

58. Les lignes droites, comme AD, qui coupent ces figures par la moitié en se rendant d'un angle à son opposé, sont des diametres; mais on les nomme plus ordinairement *Diagonales*, pour les distinguer des diametres du cercle.

CHAPITRE IV.

Définitions des Sinus, Tangentes & Sécantes.

59. *Le Sinus d'un arc est une ligne droite tirée d'une extrémité de cet arc perpendiculairement sur le rayon qui passe par l'autre extrémité du même arc.* Cette ligne est aussi le sinus de l'angle mesuré par l'arc. Par exemple, le Sinus de l'arc AC (Fig. 33.) est la ligne CE tirée de l'extrémité C de cet arc perpendiculairement sur le rayon AB, qui passe par l'autre extrémité A de ce même arc. Cette ligne CE est en même-temps sinus de l'angle ABC, dont l'arc AC est la mesure: de même la ligne CF est sinus de l'arc CG & de l'angle CBG. Fig. 33.

60. On pourroit aussi définir le sinus par rapport à l'angle immédiatemement, en disant que *le sinus d'un angle est une perpendiculaire abaissée de l'extrémité d'un de ses côtés, pris pour rayon, sur l'autre côté prolongé s'il est nécessaire.*

61. Enfin on peut dire encore que *le sinus d'un arc est la moitié de la corde d'un arc double.* Par exemple, CE sinus de l'arc AC est la moitié de CH, qui est la corde de l'arc CAH double de AC.

L'arc grandissant le sinus augmente jusqu'à un certain terme, après lequel il diminue. Si, par exemple, on fait l'arc égal au quart de cercle AG, il aura pour sinus le rayon ou demi-diametre BG plus grand que CE sinus de AC : mais si après cela on augmente encore l'arc, le sinus diminuera. Ainsi le sinus de l'arc AL sera LM plus petit que BG; par où l'on voit que le rayon est le plus grand de tous les sinus, & c'est pour cela qu'il prend le nom de *sinus total.*

62. La partie AE du rayon, comprise entre le sinus & l'extrémité A de l'arc AC, s'appelle le *sinus-verse* de cet arc ou de l'angle ABC.

63. On appelle *Tangente* de l'arc AC ou de l'angle ABC la ligne AN élevée perpendiculairement sur l'extrémité du rayon AB, & terminé par le rayon BC prolongé jusqu'en N.

64. Ce même rayon prolongé BCN, & terminé par la tan-

gente, eſt appellé *Sécante* du même arc AC & du même angle ABC. Pareillement GI eſt la tangente de l'angle GBI, & de l'arc CG, & BI en eſt la ſécante.

65. Comme les arcs AC & CG ſont complément l'un de l'autre, il en eſt de même de leurs ſinus, tangentes & ſécantes; c'eſt-à-dire que CE étant ſinus de l'arc AC, AE ſon ſinus-verſe, AN ſa tangente & BN ſa ſécante; CF ſera le complément de ſon ſinus, FG de ſon ſinus-verſe, GI de ſa tangente & BI de ſa ſécante, ce que l'on appelle ordinairement *Co-ſinus*, *Co-ſinus-verſe*, *Cotangente* & *Co-ſécante*.

SECONDE SECTION.

Notions & Définitions de la Sphere.

66. *LE terme de Sphere ſignifie un corps rond ſur tous les ſens, comme une boule, un globe, &c.; mais on applique ordinairement ce terme à un corps de cette forme par lequel on veut repréſenter le monde.*

67. *Il n'y a dans la nature qu'une Sphere qui comprend la Terre & les Cieux; mais on a imaginé d'en faire de trois ſortes;* ſavoir, *la Sphere ou Globe Céleſte, qui nous repréſente le Firmament ou le Ciel étoilé: la Sphere ou Globe terreſtre, qui repréſente la ſurface de la Terre, & la ſituation des différens lieux, ainſi qu'ils nous ſont connus: enfin la Sphere Armillaire ou l'aſſemblage de différens cercles que l'on ſuppoſe dans les Cieux.* Ces cercles ont été inventés pour expliquer les mouvemens des Aſtres & fixer la poſition des lieux ſur la Terre.

68. *On en diſtingue de deux ſortes, de grands & de petits. Les grands ſont ceux dont le plan paſſe par le centre de la Sphere, & qui la diviſent par conſéquent en deux parties égales. Les petits ſont ceux qui la coupent en parties inégales, & qui n'ont pas le même centre qu'elle.*

Fig. 34. 69. *La Sphere, Armillaire* (Fig. 34.) *eſt compoſée de dix cercles; ſix grands & quatre petits. Les grands ſont l'Horiſon, le Méridien, l'Equateur, le Zodiaque, qui renferment l'Ecliptique & les deux Colures. Les quatre petits ſont les deux Tropiques & les deux Cercles Polaires.*

70. *Le Ciel paroît tourner du levant au couchant, c'est-à-dire, d'Orient en Occident ou de l'Est à l'Ouest en 24 heures, sur deux points (P, p) qu'on appelle les deux poles du monde. Celui de ces Poles (P) qu'on voit en Europe, se nomme le pole du Nord, ou Arctique, ou Septentrional, ou Boréal; & l'autre (p) s'appelle le Pole du Sud ou Antarctique, ou Méridional, ou Austral. La ligne droite (P p) qui va d'un pole à l'autre se nomme Axe on Essieu du monde.*

71. *Tous les cercles de la Sphere ont aussi leur axe & leurs poles. L'axe d'un cercle est une ligne perpendiculaire au plan du cercle par le centre duquel elle passe; & les deux extrémités de l'axe sont les deux poles de ce cercle, éloignés chacun de 90 degrés de tous les points de sa circonférence.*

CHAPITRE PREMIER.

Des grands Cercles de la Sphere.

De l'Horison.

72. L'*horison (HO) est un grand cercle qui sépare la partie du Ciel que nous voyons, de celle que nous ne pouvons appercevoir, à cause de la Terre qui la dérobe à nos yeux; on le nomme Horison sensible, pour le distinguer de l'Horison rationel, qui lui est parallele & qui passe par le centre de la Terre.* Fig. 34.

De sorte que l'Horison sensible est ce grand cercle, que l'on voit au tour de soi, & qui, lorsqu'on est au milieu de la Mer ou dans une grande plaine, dans laquelle la vue n'est point empêchée par des lieux élevés, semble joindre la Terre ou la Mer avec le Ciel.

73. *Ces deux Horisons étant continués jusqu'aux Etoiles fixes, se confondent ensemble, puisqu'ils ne sont éloignés l'un de l'autre que du demi-diametre de la Terre, qui n'est qu'un point imperceptible comparé à la Sphere des Etoiles.*

74. *On appelle Zénit le point du Ciel* (Z) *le plus élevé sur l'Horiſon, & qui répond directement au-deſſus de notre tête, & on nomme Nadir le point* (*n*) *qui lui eſt diametralement oppoſé.* Ainſi chaque point de la Terre a ſon zénit & ſon nadir particulier.

75. *Le zénit & le nadir ſont les poles de l'Horiſon, puiſqu'ils ſont éloignés de tous les points de ſa circonférence de 90 degrés* (71). *Et la ligne droite* (Z *n*) *qui va du zénit au nadir eſt l'axe de l'Horiſon ; elle s'appelle ligne verticale.*

Du Méridien.

Fig. 34. 76. *Le Méridien* (HZO*n*) *eſt un grand cercle qui paſſe par le zénit & le nadir & par les deux poles du monde. Il coupe perpendiculairement l'Horiſon aux vrais points du Nord & du Sud, & partage la Sphere en deux parties égales, dont l'une eſt Orientale & l'autre Occidentale.*

Le Nord ſe trouve à l'interſection de ces deux cercles la plus voiſine du pole Arctique, & le Sud à l'interſection oppoſée.

77. *Les poles du Méridien ſont dans l'Horiſon aux vrais points de l'Eſt & de l'Oueſt, ou de l'Orient & de l'Occident, & ſon axe eſt la ligne tirée de l'un à l'autre.*

Après que les Aſtres ſe ſont levés en coupant l'Horiſon vers l'Orient, ils vont en montant juſqu'à ce qu'ils arrivent au Méridien. Parvenus à ce cercle ils ſont à leur plus grande hauteur qu'on appelle *Hauteur méridienne*, & dans le même inſtant ils commencent à deſcendre vers l'Occident de la même maniere qu'ils ont monté, & vont couper l'Horiſon au point où ils ſe couchent. Quand le Soleil eſt arrivé au Méridien au-deſſus de l'Horiſon, il eſt midi ou la moitié du jour ; & lorſqu'il eſt parvenu au Méridien au-deſſous de l'Horiſon, il eſt minuit ou la moitié de la nuit. C'eſt le paſſage du midi qui a fait donner à ce cercle le nom de Méridien.

De l'Equateur.

Fig. 34. 78. *L'Equateur* (EQ) *eſt un grand cercle. Il diviſe par conſéquent la Sphere en deux parties égales, dont l'une* (EPQ) *eſt appellée Septentrionale ou Boréale, & l'autre* (E*p*Q) *Méridionale ou Auſtrale ; les poles & l'axe de ce cercle ſont les mêmes que ceux du monde.* On le nomme auſſi *l'Equinoxial* ou ſimplement *la Ligne.*

Les deux points opposés dans lesquels l'Equateur coupe l'Horison sont les points de l'Est & de l'Ouest, ou l'Orient & l'Occident, ou enfin les poles du Méridien.

On le nomme Equateur ou Equinoxial, parce que quand le Soleil est dans le plan de ce cercle le jour est égal à la nuit, ce qui arrive deux fois l'année; savoir, vers le 20 Mars & le 22 Septembre.

Du Zodiaque & de l'Ecliptique.

79. *Le Zodiaque* (DFGK) *est une bande ou ceinture circulaire large d'environ 16 degrés, dans laquelle les Planetes font leur révolution en différens tems par leur mouvement particulier d'Occident en Orient, ou de l'Ouest à l'Est*, & qu'il ne faut pas confondre avec le mouvement journalier qui se fait d'Orient en Occident (70). Fig. 34.

80. *Au milieu de cette bande est l'Ecliptique* (rR) *grand cercle de la Sphere, qui coupe obliquement l'Equateur* (EQ), *ensorte que ces deux cercles forment un angle de* $23^{\circ}\ 28'$. *Cet angle est ce qu'on appelle l'Obliquité de l'Ecliptique. Delà il suit que les poles de ce cercle* (I, *i*) *sont éloignés de ceux du monde de* $23^{\circ}\ 28'$. Le point I est le pole Boréal & le point *i* le pole Austral. Fig. 34.

81. L'Ecliptique représente la trace que le Soleil suit pendant l'année entiere. Cet Astre ne s'écarte donc jamais du plan de ce cercle, au lieu que les Planetes s'en éloignent tantôt d'un côté & tantôt de l'autre, d'une quantité qui peut aller environ à 8 degrés; c'est ce qui forme, comme nous venons de le remarquer, la largeur du Zodiaque.

82. *Les Anciens ont partagé le Zodiaque & par conséquent l'Ecliptique en douze parties égales de 30 degrés chacune, qu'ils ont appellées les douze Signes du Zodiaque*; savoir:

Le Bélier........ ♈	*La Balance*........ ♎
Le Taureau........ ♉	*Le Scorpion*........ ♏
Les Gémeaux........ ♊	*Le Sagittaire*........ ♐
L'Ecrevisse........ ♋	*Le Capricorne*........ ♑
Le Lion........ ♌	*Le Verseau*........ ♒
La Vierge........ ♍	*Les Poissons*........ ♓

83. *Les six premiers Signes sont dans la partie de l'Ecliptique, qui est du côté du Nord, & que le Soleil parcourt depuis le 20 Mars jusqu'au 22 de Septembre ; les six autres sont du côté du Sud, & le Soleil les parcourt depuis le 22 Septembre jusqu'au 20 de Mars.*

Les noms & les caracteres qui désignent les Signes du Zodiaque s'appliquent aussi aux *Constellations*, qu'il ne faut pas confondre avec les Signes. Il y a cette différence entre l'un & l'autre que les Signes sont des portions du Ciel, qui renferment exactement 30 degrés, sans se mêler les uns dans les autres ; au lieu que les Constellations sont un certain assemblage ou amas d'Etoiles qui appartiennent à une même dénomination, mais dont les unes peuvent être dans un Signe, tandis que les autres sont dans un autre.

84. *Les douze Signes du Zodiaque* (dans chacun desquels le Soleil entre vers le 20 ou 22 de chaque mois) *se partagent encore en quatre parties pour les quatre saisons de l'année, trois Signes pour chaque saison.*

Le printems commence pour les Européens, lorsque le Soleil entre au Bélier, c'est-à-dire, vers le 20 de Mars ; l'Eté, lorsqu'il vient à l'Ecrevisse le 21 Juin ; l'Automne, lorsqu'il arrive à la Balance le 22 de Septembre ; & enfin l'Hiver, lorsqu'il parvient au commencement du Capricorne vers le 21 Décembre.

85. *On appelle points Equinoxiaux les premiers points du Bélier & de la Balance, où l'Ecliptique coupe l'Equateur : le premier de ces points indique l'Equinoxe du Printems, & le second l'Equinoxe d'Automne.*

Lorsque le Soleil passe par les points équinoxiaux (vers le 20 Mars & le 22 Septembre), il est également distant des deux poles, & il se leve exactement au vrai Est & se couche au point précis de l'Ouest. Enfin par toute la terre, excepté sous les poles, le jour est égal à la nuit.

86. *On appelle points Solsticiaux, les deux points de l'Ecliptique les plus distans de l'Equateur de part & d'autre. Ces deux points sont,* 1°. *le commencement de l'Ecrevisse, où le Soleil entre vers le 21 Juin & forme le Solstice d'Eté.* 2°. *L'entrée du Capricorne, où le Soleil arrive vers le 22*

Décembre & donne le Solſtice d'Hiver. Il eſt clair que les deux points Solſticiaux ſont éloignés de l'Equateur de 23° 28'.

Ces points ſe nomment Solſticiaux, ou ſimplement Solſtices, parce que le Soleil en ceſſant de s'écarter de l'Equateur, ſemble s'arrêter avant que de ſe rapprocher de ce cercle.

Des Colures.

87. *Les Colures ſont deux grands cercles, qui ſe coupent perpendiculairement aux deux poles du monde. Ils partagent l'Ecliptique & l'Equateur en quatre parties égales, & ſervent, par ce moyen, à diſtinguer les ſaiſons. On nomme Colure des Equinoxes celui qui paſſe par les points Equinoxiaux, & Colure des Solſtices, celui qui paſſe par les points Solſticiaux.*

La ligne P*p*, conçue comme cercle, peut repréſenter le Colure des Equinoxes, tandis que le cercle PE*p*Q indique le Colure des Solſtices. Fig. 34.

CHAPITRE II.

Des petits Cercles de la Sphere.

Des Tropiques.

88. *Les Tropiques ſont deux petits cercles paralleles à l'Equateur, qui touchent l'Ecliptique aux deux points des Solſtices. Ils ſont donc éloignés de part & d'autre de l'Equateur de 23° 28'. Celui* (TR) *qui eſt du côté du Nord,* Fig. 34. *s'appelle le Tropique de l'Ecreviſſe, à cauſe qu'il touche l'Ecliptique au premier degré de ce Signe. L'autre* (*tr*) *qui eſt dans la partie du Sud, ſe nomme le Tropique du Capricorne, parce qu'il répond au commencement de ce Signe.* Ces deux cercles ſont les paralleles qui ſervent de limites aux écarts du Soleil, par rapport à l'Equateur.

Le Soleil, par son mouvement diurne, paroît décrire le Tropique de l'Ecrevisse vers le 21 Juin, ce qui donne le plus long jour de l'année pour les peuples qui habitent la partie Septentrionale de la Terre ; & il paroît décrire l'autre Tropique vers le 21 Décembre, ce qui forme pour les mêmes peuples le jour le plus court de l'année. On voit assez qu'il arrive le contraire à ceux qui habitent la partie Méridionale du Globe, pour qui le plus long jour est celui auquel le Soleil décrit le Tropique du Capricorne; & le plus court celui auquel il parcourt le Tropique de l'Ecrevisse.

Des Cercles Polaires.

Fig. 34. 89. *Les Cercles polaires sont deux petits cercles de la Sphere, décrits parallelement à l'Equateur par les poles de l'Ecliptique, tandis que la Sphere fait sa révolution autour des poles du monde. L'un d'eux* (BI) *est nommé Cercle polaire Arctique, Septentrional ou Boréal, parce qu'il est près du pole du même nom. L'autre* (*bi*) *par la même raison, s'appelle Cercle polaire Antarctique, Méridional ou Austral.* Ces deux cercles sont donc éloignés des poles de l'Equateur ou du monde de 23° 28′.

CHAPITRE III.

Des Cercles non représentés dans la Sphere.

90. *ON a encore imaginé dans le Ciel plusieurs cercles, tant grands que petits, & dont la connoissance est nécessaire dans l'Astronomie & la Navigation.* On ne les met pas dans les Spheres Armillaires, pour éviter la confusion.

Les grands sont les Verticaux, les Cercles de déclinaison & les Cercles de latitude. Les petits sont les Almicantarats, les Paralleles à l'Equateur & les Cercles de longitude.

Des Verticaux ou *Azimuts & de leur usage.*

91. *Les Verticaux*, (tels que ZA*n* Fig. 34.) *qu'on appelle aussi Azimuts, sont de grands cercles qui vont du zénit au nadir, en coupant l'Horison perpendiculairement.* Fig. 34.

92. *On nomme Premier vertical, celui de ces cercles qui coupe l'Horison aux vrais points de l'Est & de l'Ouest. Il est donc perpendiculaire au Méridien, qui est aussi un Vertical.*

Si l'on se représente un cercle perpendiculaire au Méridien, & passant par les points ZC*n*, ce sera le premier vertical. Ce cercle est exactement entre le point du vrai Nord & celui du vrai Sud; d'où il suit qu'un Astre, quelqu'élevé qu'il soit sur l'Horison, étant dans le premier vertical, est également éloigné du Nord & du Sud, & par conséquent répond précisément à l'Est ou à l'Ouest.

93. Les Verticaux servent à mesurer la hauteur des Astres ou leur élévation au-dessus de l'Horison; car *la hauteur d'un Astre est l'arc du cercle vertical compris entre cet Astre & l'Horison:* ils servent encore à rapporter un Astre au point de l'Horison auquel il répond. On peut donc imaginer autant de Verticaux qu'il y a de points à l'Horison.

94. Ces cercles servent aussi à déterminer l'Azimut des Astres: car, *l'Azimut d'un Astre est l'arc de l'Horison compté depuis le Méridien*, c'est-à-dire, *depuis le vrai Nord ou le vrai Sud de l'Horison, jusqu'au cercle vertical qui passe par le centre de l'Astre.* Ainsi tous les Astres qui sont dans un même aplomb ou même vertical, ont le même Azimut: & on entend par *Angle azimutal*, l'angle sphérique formé au zénit par le Méridien & le cercle vertical dans lequel un Astre se trouve.

95. Le complément de l'Azimut s'appelle quelquefois *Amplitude;* mais on entend plus ordinairement par Amplitude la distance des Astres aux points d'Est ou d'Ouest, au moment de leur lever & coucher, c'est-à-dire, que *l'Amplitude d'un Astre est l'arc de l'Horison compris entre le vrai point de l'Est ou de l'Ouest & le point du lever ou du coucher de cet Astre.* L'Amplitude est *Ortive* ou *Occase*, *Nord* ou *Sud*, selon le cas. (Voy. N°. 387 & suiv.).

Il suit donc des définitions précédentes que l'Azimut d'un
Fig. 34. Aſtre placé en A (Fig. 34.) eſt l'arc OM, qui eſt la meſure de ſon angle azimutal OZM, tandis que l'arc CM eſt ſon amplitude.

Des Cercles de Déclinaiſon.

96. *Les Cercles de déclinaiſon* (comme PA*p*) *ſont de grands cercles qui paſſent par les poles du monde, & coupent par conſéquent l'Equateur à angles droits.*

On les appelle ainſi, parce qu'ils ſervent à meſurer la déclinaiſon des Aſtres, qui eſt l'arc du cercle de déclinaiſon compris entre l'Aſtre & l'Equateur (121 & ſuiv.).

Il eſt évident que ces cercles ſont autant de Méridiens, & effectivement on leur donne ce nom lorſqu'ils ſont tracés ſur des Globes ou ſur des cartes terreſtres. Sur les Globes ou les cartes céleſtes, on les nomme encore quelquefois *Cercles Horaires*, c'eſt quand on n'examine que leur diſtance au Méridien, parce qu'ils indiquent l'heure qu'il eſt.

Des Cercles de Latitude.

97. *Les Cercles de latitude* (tels que IA*i*) *ſont auſſi de*
Fig. 34. *grands cercles qui paſſent par les deux poles de l'Ecliptique, & qui, par cette raiſon, le coupent perpendiculairement.*

Cette dénomination leur vient de ce qu'ils ſervent à meſurer la latitude des Aſtres, qui eſt l'arc du cercle de latitude compris entre l'Aſtre & l'Ecliptique (119).

Des Almicantarats ou Paralleles de Hauteur.

98. *On nomme Almicantarats des petits cercles* (comme
Fig. 34. LV) *paralleles à l'Horiſon, tant en deſſus qu'en deſſous : ils ſont d'autant plus petits qu'ils ſont plus éloignés de l'Horiſon. C'eſt un de ces cercles imaginé 18 degrés au-deſſous de l'Horiſon, qui ſert à déterminer le commencement & la fin du Crépuſcule, c'eſt-à-dire, l'inſtant du point du jour & celui de la nuit cloſe.*

Ces cercles ſervent auſſi à marquer tous les points du Ciel qui

ont une même hauteur ou un même abaissement ; de sorte que dire que deux Etoiles sont sur le même almicantarat, ou dire qu'elles ont une même hauteur, c'est précisément la même chose.

Des Paralleles.

99. *On appelle paralleles de déclinaison*, ou simplement Paralleles, *les petits cercles paralleles à l'équateur que les Etoiles paroissent décrire autour du pole, par leur révolution journaliere.*

On les nomme ainsi, parce que ces cercles sont réellement paralleles entr'eux & à l'Equateur. Les Tropiques & les Cercles polaires sont donc des parallelés.

Des Cercles de Longitude.

100. *On appelle Cercles de longitude les petits cercles qui sont paralleles à l'Ecliptique.* C'est sur ces sortes de cercles que se mesure la longitude des Astres.

Des trois situations de la Sphere.

101. *La Sphere est droite, oblique ou parallele, selon les différentes situations de l'Equateur par rapport à l'Horison.*

102. *La Sphere est droite quand l'Equateur coupe l'Horison perpendiculairement* (Fig. 35.) ; alors l'Equateur passe par le zénit & le nadir, & les poles sont dans l'horison. Fig. 35.

La Sphere est oblique lorsque l'Equateur coupe l'Horison obliquement. (Fig. 34 & 36.) Fig. 34 & 36.

Enfin *la Sphere est parallele quand l'Equateur est parallele à l'Horison ou que ces deux cercles se confondent* (Fig. 37.) : le pole du monde est alors au zénit. Fig. 37.

CHAPITRE IV.

Des Cercles repréſentés ſur le Globe Terreſtre.

Fig. 38. 103. ON conçoit auſſi ſur la Terre quelques-uns des cercles que nous venons de décrire dans le Ciel; tels ſont ceux que nous avons marqués dans la *Fig.* 38, qui repréſente le Globe terreſtre. Les points oppoſés N & S ſont les deux poles qui ſont éloignés l'un de l'autre de 180 degrés ou de la moitié de la circonférence de la Terre. Le cercle EMQ eſt l'Equateur, qui eſt éloigné des poles de 90 degrés, & qui coupe la Terre par la moitié, ou qui la partage en deux demi-Globes ou *Hémiſpheres.* On y conçoit encore une infinité de petits cercles, tels que BI, TR, ZH, &c., qui ont leur centre dans l'axe de la Terre; ces cercles ſont donc paralleles entr'eux & à l'Equateur, c'eſt pourquoi on les appelle des paralleles. Les Tropiques & les Cercles polaires terreſtres ſont donc auſſi des paralleles; les premiers ſont indiqués par TR & *tr*, & les ſeconds par BI & *bi.*

104. On voit dans la même Figure les lignes *Nord* & *Sud* NES, NMS, NAS, &c., qui ſont des demi-cercles qui coupent l'Equateur perpendiculairement. On les nomme *Méridiens terreſtres*, parce qu'ils indiquent tous les lieux de la Terre qui, étant au Nord ou au Sud les uns des autres, ont midi dans le même inſtant. Le Soleil, en tournant d'Orient en Occident, donne ſucceſſivement le midi à tous les lieux de la Terre. Lorſqu'il eſt parvenu au milieu de ſa courſe par rapport au point M, par exemple, & qu'il y donne midi, il ſe trouve auſſi vis-à-vis de tous les autres points K, C, &c. placés exactement au Nord ou au Sud ſur le même Méridien. Mais le cas eſt tout différent, ſi les lieux ſont ſitués plus vers le levant ou vers le couchant les uns que les autres; ils auront différens Méridiens, & il eſt évident qu'il y ſera auſſi midi, ou plutôt ou plus tard, ſelon que le Soleil aura plus ou moins de chemin à faire dans le Ciel pour parvenir des uns aux autres. La différence ſera de douze heures ſi les lieux ſont placés ſur des Méridiens oppoſés; l'un aura midi lorſque l'autre aura minuit. Le quart de la circonférence de la Terre doit cauſer 6 heures de différence, & 15 degrés doivent donner une heure, puiſqu'ils

forment la 24[e] partie du tour de la Terre que le Soleil parcourt en 24 heures.

Des Zones.

105. *Les Tropiques & les Cercles polaires terrestres partagent la Terre en cinq parties qu'on appelle Zones.*

Celle qui est comprise entre les deux Tropiques, s'appelle Zone torride ou brûlante. L'Equateur se trouve au milieu de cette Zone. On donne le nom de Zones froides ou glaciales aux deux espaces qui ont l'un & l'autre pole pour centre & qui sont renfermés dans les Cercles polaires. Enfin les espaces compris entre chaque Tropique & le Cercle polaire voisin, ou entre la Zone torride & l'une ou l'autre des Zones glaciales, forment les deux Zones tempérées.

La Zone torride a de largeur la distance T*t* ou R*r*, d'un Tropique à l'autre, ou le double de 23° 28′, c'est-à-dire, 46° 56′. Fig. 38.

La Zone tempérée Septentrionale, dans laquelle la France est située, de même que la plus grande partie de l'Europe, s'étend depuis TR jusqu'à BI; & l'autre qui est du côté du Sud, s'étend depuis *tr* jusqu'à *b i*: chacune des deux Zones tempérées est large de 43° 4′.



TROISIEME SECTION.

Notions Géographiques & Astronomiques.

CHAPITRE PREMIER.

Usage de différens Cercles de la Sphere.

106. LA science du Navigateur consiste à pouvoir déterminer l'endroit où il se trouve dans chaque instant de sa navigation. Le Ciel lui fournit pour cela les moyens les plus sûrs par la position des Astres ; il est donc nécessaire qu'il la puisse trouver.

107. La position d'un point quelconque, soit sur la Terre, soit dans le Ciel, se détermine par l'intersection ou le point de rencontre de deux cercles de la Sphere.

108. La position d'un lieu ne se détermine que par la connoissance de sa latitude & de sa longitude : celle d'un Astre se peut déterminer de deux manieres, 1°. par la connoissance de sa latitude & de sa longitude ; 2°. par celle de sa déclinaison & de son ascension droite.

De la Latitude Terrestre.

109. *La latitude d'un lieu est sa distance à l'Equateur terrestre, ou la quantité dont il est avancé dans la partie du Nord ou dans la partie du Sud : elle est égale en degrés* (304) *à la distance du zénit de ce lieu à l'Equateur céleste & à la hauteur du pole au-dessus de l'Horison.*

Ainsi un lieu qui seroit sur l'Equateur n'auroit pas de latitude ; & si au contraire on pouvoit aller jusqu'aux poles, on seroit par une latitude de 90 degrés ; c'est la plus grande qu'il puisse y avoir.

Tous les lieux qui sont sur un même parallele terrestre ont exactement la même latitude, puisqu'ils sont également éloignés de l'Equateur.

On distingue les latitudes en Septentrionales & en Méridionales, en Boréales & Australes, ou en Nord & Sud, selon que le lieu dont il s'agit est dans l'Hémisphere Boréal ou Austral de la Terre.

De la Longitude Terrestre, & de la valeur des degrés en lieues ou en milles.

110. *La longitude d'un lieu est l'arc de l'Equateur compris depuis le premier Méridien, jusqu'au Méridien terrestre qui passe par ce lieu. Elle se compte de l'Ouest à l'Est, depuis zéro jusqu'à 360 degrés.*

Ainsi supposé qu'on soit un degré à l'Occident du premier Méridien, on ne sera pas par un degré de longitude, mais par 359 degrés.

111. Le choix du premier Méridien est fort arbitraire; car on peut prendre celui que l'on veut pour lui rapporter tous les autres : effectivement les différentes Nations ne s'accordent pas dans ce choix.

112. Par une Ordonnance de Louis XIII, du 25 Avril 1634, *les François doivent faire leur premier Méridien* Fig. 38. *par l'isle-de-Fer, la plus Occidentale des Canaries.* Il est marqué par N M S dans la Figure 38.

113. Cependant aujourd'hui, *presque toute la marine françoise prend pour premier Méridien celui qui passe par l'Observatoire royal de Paris : alors on distingue deux sortes de longitudes, l'une Orientale & l'autre Occidentale; elles se comptent de l'un & l'autre côté du Méridien de Paris, depuis 0 jusqu'à 180 degrés.* Le demi-cercle N L S représente ce premier Méridien.

114. *Les Anglois font passer leur premier Méridien par Londres ou par le Cap Lézard. Les Hollandois, par le pic de Ténériffe*, l'une des plus hautes montagnes du monde dans une des isles Canaries; & *les Espagnols ont fixé le leur par les isles de Corvo & de Flores*, qui sont deux isles des Açores.

115. On doit bien remarquer que quand on court exacte-

ment au Nord ou au Sud, ou que lorſqu'on ſuit le même Méridien, on conſerve toujours préciſément la même longitude. La diſtance au premier Méridien ſe meſure ſur l'Equateur ou ſur les paralleles, & les degrés des paralleles ſont plus petits dans le même rapport, que les intervalles entre les mêmes Méridiens ſont moindres, à meſure qu'on les conſidere dans des endroits plus voiſins du pole. Il y a autant de degrés depuis C juſqu'en D, que depuis K juſqu'en G, ou depuis M juſqu'en A; de ſorte que tous les lieux qui ſont ſur le même Méridien ou ſur la même ligne Nord & Sud NAS, ont exactement 15 degrés de longitude. Tous les points du Méridien NVS en ont 60, &c.

Fig. 38.

116. On veut en France que les degrés de grands cercles contiennent exactement 20 lieues ou 60 milles, ainſi chaque lieue marine vaudra 3 minutes de degré ou 3 milles, & un tiers de lieue vaudra une minute ou un mille.

117. Comme les Méridiens ſont de grands cercles, il s'enſuit que tous les degrés de latitude valent 20 lieues; mais il n'en eſt pas de même de ceux des paralleles ou de longitude; il n'y a que ſur l'Equateur que les degrés de longitude valent 20 lieues. Par tout ailleurs ils ſont d'autant plus petits qu'on s'approche des poles (516); de ſorte que ſur le parallele de 60 degrés, ils ſont diminués de moitié, & ne valent plus que 10 lieues ou 30 milles, & enfin aux poles ils ſont réduits à rien.

118. Il ſuit delà, que lorſqu'on eſt fort avancé vers l'un ou l'autre pole, il ſuffit de faire très-peu de chemin pour changer conſidérablement de Méridiens ou de longitude, & pour qu'on ait une très-grande différence dans l'heure de midi. Quelque groſſeur qu'ait la Terre, il doit y avoir des endroits où, en faiſant ſeulement une lieue vers l'Orient ou vers l'Occident, on change de 15 degrés de longitude, ce qui donne midi une heure entiere plutôt ou plus tard. Pour qu'une lieue vaille 15 degrés, il faut que toute la circonférence du parallele ne ſoit que de vingt-quatre lieues; le diametre ne doit pas être tout-à-fait de 8 lieues, & il faut que la diſtance au pole ſoit un peu moindre que 4.

De la Latitude Céleſte.

119. Nous avons déjà dit (97) que *la latitude d'un Aſtre eſt ſon éloignement de l'Ecliptique*; c'eſt-à-dire,

l'arc du cercle de latitude, qui mesure la distance de cet Astre à l'Ecliptique.

La latitude est Boréale ou Australe, selon que l'Astre est placé par rapport à l'Ecliptique, ou du côté de son pole Boréal ou du côté de son pole Austral : & comme le Soleil ne sort jamais de l'Ecliptique, il s'ensuit qu'il est toujours sans latitude.

De la Longitude Céleste.

120. *La longitude d'un Astre est l'arc de l'Ecliptique compris entre le premier point du Bélier & le cercle de latitude qui passe par le centre de l'Astre. Elle se compte de* 30 *en* 30 *degrés, ou de Signe en Signe, depuis* 0 *jusqu'à* 12 *Signes ou* 360 *degrés, en allant toujours selon l'ordre des Constellations du Zodiaque, c'est-à-dire, d'Occident en Orient.*

Il est nécessaire de remarquer que, quoique les dénominations de latitude & de longitude soient communes pour la Terre & pour le Ciel, les définitions ne sont pourtant pas les mêmes, & sont fort différentes l'une de l'autre.

De la Déclinaison des Astres.

121. *La déclinasion d'un Astre est sa distance à l'Equateur*, & par conséquent l'arc du cercle de déclinaison compris entre l'Astre & l'Equateur.

Si l'Astre est du côté du Pole Nord, sa déclinaison est Nord ; s'il est du côté du pole Sud, sa déclinaison est Sud : & le terme de la plus grande déclinaison est de 90 *degrés ; c'est celle des poles.*

L'Etoile du Nord ou l'Etoile polaire n'a pas tout-à-fait 90 degrés de déclinaison, parce qu'elle n'est pas exactement au pole du Ciel. Un Astre, au contraire, placé sur l'Equateur n'a point de déclinaison ; enfin tous les Astres qui sont sur un même parallele ont exactement la même déclinaison, parce qu'ils sont également éloignés de l'Equateur.

122. *Les Etoiles fixes ne changent pas sensiblement de déclinaison, elles restent toujours à la même distance de l'E-*

quateur, & chaque jour on les voit décrire le même parallele dans leur révolution diurne d'Orient en Occident.

Il n'en eſt pas de même des Etoiles errantes. ou Planetes, parmi leſquelles on compte le Soleil & la Lune.

123. *Le Soleil*, par exemple, *eſt dans le cours d'une année tantôt au Nord, tantôt au Sud de l'Equateur: ainſi ſa déclinaiſon eſt Nord ou Boréale, depuis l'Equinoxe du Printems juſqu'à l'Equinoxe d'Automne, ou depuis environ le 20 Mars juſqu'au 22 de Septembre; & elle eſt Sud ou Auſtrale depuis l'Equinoxe d'Automne juſqu'à celui du Printems* (83).

124. *La déclinaiſon du Soleil va en augmentant depuis les Equinoxes juſqu'aux Solſtices, & en diminuant depuis les Soſtices juſqu'aux Equinoxes : le terme de ſa plus grande déclinaiſon eſt de 23° 28', diſtance des Tropiques à l'Equateur; elle eſt Nord de cette quantité vers le 21 Juin, & Sud le 21 Décembre.*

De l'Aſcenſion droite des Aſtres.

125. *L'aſcenſion droite d'un Aſtre eſt l'arc de l'Equateur compris entre le premier point du Bélier & le Méridien ou cercle de déclinaiſon qui paſſe par le centre de l'Aſtre. Elle ſe compte, par degrés, depuis 0 juſqu'à 360, en allant ſelon l'ordre des Signes*, c'eſt-à-dire, *de l'Oueſt à l'Eſt.*

Ainſi tous les Aſtres placés ſur un même demi-Méridien, ont même aſcenſion droite; & ceux qui ſont dans le demi-Méridien oppoſé different des premiers de 180 degrés.

126. Pour plus de commodité dans les calculs où l'on emploie les Aſcenſions droites des Aſtres, on ſe ſert communément des heures, minutes & ſecondes de tems, au lieu des degrés & parties de degrés. On conçoit alors l'Equateur partagé en 24 heures, chaque heure en 60 minutes, &c., ce qui revient au même.

127. Il ſuit de ce que nous venons de dire dans les définitions précédentes, 1°. que la déclinaiſon & l'aſcenſion droite des Aſtres ſont, par rapport à l'Equateur, ce que leur latitude & leur longitude ſont par rapport à l'Ecliptique : car comme la latitude d'un Aſtre eſt ſa diſtance de l'Ecliptique, de même ſa déclinaiſon eſt ſa diſtance à l'Equateur; & comme la longitude ſe compte ſur l'Ecliptique depuis le premier point du

du Bélier, en avançant ſelon l'ordre des Signes, auſſi l'aſcenſion droite ſe compte ſur l'Equateur depuis le même point en allant vers le même côté.

2°. Que la déclinaiſon & l'aſcenſion droite ſont pour les Aſtres ce que la latitude & la longitude terreſtres ſont pour les lieux de la Terre. La déclinaiſon d'un Aſtre eſt ſa diſtance à l'Equateur, la latitude d'un lieu eſt ſon éloignement du même cercle. L'aſcenſion droite d'un Aſtre eſt ſa diſtance du premier point du Bélier meſurée ſur l'Equateur ; la longitude d'un lieu eſt ſa diſtance du premier Méridien comptée de même ſur l'Equateur.

Enfin de ce qui précede on pourra conclure que la latitude de l'Aſtre placé en A (Fig. 34.) eſt l'arc A*a*, ſa longitude Fig. 34. l'arc ♈ *a* ou C*a*, ſa déclinaiſon l'arc A*d* & ſon aſcenſion droite l'arc ♈ *d* ou C*d*.

De l'Aſcenſion oblique & de la Différence aſcenſionnelle.

128. *L'aſcenſion oblique d'un Aſtre eſt l'arc de l'Equateur compris entre le commencement du Bélier & le point de l'Equateur qui ſe leve* ou ſort de l'Horiſon *en même-tems que l'Aſtre ; elle ſe compte dans le même ſens que l'aſcenſion droite.*

129. La différence entre l'aſcenſion droite & l'aſcenſion oblique, s'appelle *différence aſcenſionnelle ; c'eſt l'arc de l'Equateur compris entre la ſection du Méridien qui paſſe par le centre de l'Aſtre & le point de l'Equateur qui ſe leve avec l'Aſtre.*

La différence aſcenſionnelle du Soleil eſt encore l'intervalle de tems entre 6 heures du matin & ſon lever, ou entre 6 heures du ſoir & ſon coucher.



CHAPITRE II.

Des Aſtres & de leurs différens mouvemens.

130. PARMI tous les Aſtres dont les Cieux ſont parſemés, on remarque que la plupart conſervent toujours la même ſituation les uns à l'égard des autres ; ce qui leur a fait donner le nom d'*Etoiles fixes*. Si nous ne les voyons pas pendant le jour, c'eſt parce que la lumiere qu'elles répandent eſt effacée par celle du Soleil. Quelques-unes, en très-petit nombre, ne gardent pas la même poſition ni entr'elles ni à l'égard des autres ; elles ſemblent même tantôt avancer, tantôt reculer, tantôt reſter en place ; ce qui les a fait appeller *Etoiles errantes* ou *Planetes*.

Des Planetes en général.

131. *Les planetes ſont des Aſtres qu'on remarque changer continuellement de ſituation entr'eux. On en compte ordinairement ſept*, ſavoir, *la Lune* ☾, *Mercure* ☿, *Vénus* ♀, *le Soleil* ☉, *Mars* ♂, *Jupiter* ♃ & *Saturne* ♄.

Du mouvement journalier ou diurne du Ciel.

132. *Le mouvement journalier* ou *diurne eſt celui que nous paroît avoir le Ciel, en tournant d'Orient en Occident ou de l'Eſt à l'Oueſt en 24 heures* (70).

Il ſuffit de conſidérer le Ciel pendant une belle nuit, pour s'appercevoir que toutes les Etoiles tournent d'Orient en Occident, de même que le Soleil & la Lune ; & que les unes ſe levent lorſque d'autres ſe couchent. Ce mouvement paroît ſe faire comme ſi c'étoient les Cieux qui entraînaſſent tous ces Aſtres, en tournant à la maniere d'une boule, qui fait ſes révolutions ſur deux pivots oppoſés. Les points voiſins de ces pivots ne décrivent que de très-petits cercles, tandis que les autres points en décrivent qui paroiſſent d'autant plus grands,

qu'ils sont plus proches de la ligne également éloignée de ces deux pivots. C'est aussi ce que l'on remarque dans les Etoiles. Il en est une fort proche du pole du Nord, que l'on découvre dans toute l'Europe, & que l'on nomme pour cette raison *Etoile Polaire* ou *Etoile du Nord.* Le cercle qu'elle parcourt est si petit, qu'elle paroît pendant la durée de chaque nuit comme fixée dans le même endroit, car elle n'est à présent éloignée du pole que d'environ 1° 50'. Si le froid & les glaces permettoient d'aller jusqu'auprès du pole de la Terre le plus voisin de nous, on auroit cette Etoile sur la tête.

Mais si les Etoiles qui sont très-voisines des deux poles du Ciel, ne changent presque point de place ; celles au contraire qui sont vers le milieu, ou à la même distance d'un pole que de l'autre, décrivent de très-grands cercles. Le plus grand est décrit par les Etoiles qui sont dans l'Equateur.

Du Mouvement propre ou particulier des Planetes.

133. Outre le mouvement journalier de l'Est à l'Ouest commun à tous les Astres, les Planetes en ont un qui leur est propre, par lequel elles changent de place chaque jour dans le Ciel : ce n'est qu'après un tems assez considérable qu'elles se trouvent en avoir achevé le tour en sens contraire au mouvement diurne, qui se fait en 24 heures.

134. La Lune emploie environ 27 jours & un tiers à revenir au même point du Ciel d'où elle étoit partie ; Mercure, à-peu-près trois mois ; Vénus, sept à huit mois ; le Soleil, un an ; Mars, près de deux ans ; Jupiter, douze ans & Saturne vingt-neuf à trente ans.

135. La plupart des Planetes sont plus belles que les Etoiles en général, parce qu'elles sont plus proche de nous ; mais elles sont moins étincelantes, ce qui vient de ce qu'elles sont des corps opaques comme la Terre, & qu'elles ne brillent pas d'une lumiere qui leur soit propre, comme celle des Etoiles, mais qu'elles empruntent leur éclat du Soleil, dont elles renvoient les rayons à-peu-près comme un miroir ou un mur bien blanc.

136. Les *Orbites* des Planetes sont toutes inclinées plus ou moins à l'Ecliptique, qui est véritablement l'orbite du Soleil : mais il ne s'en faut que peu de degrés que toutes les Planetes

ne ſuivent cette même route, & celles qui s'en écartent le plus ne paſſent guere 8 degrés de part & d'autre. Nous avons déjà remarqué que c'eſt cet écart qui a fait donner au Zodiaque la largeur de 16 degrés (81).

Du Mouvement annuel ou particulier du Soleil.

137. *Le mouvement annuel* ou *particulier du Soleil, ſe fait ſelon l'ordre des ſignes* ou d'*Occident en Orient*, c'eſt-à-dire, en ſens contraire au mouvement diurne : *cet Aſtre s'avance chaque jour dans l'Ecliptique, d'environ un degré ; de maniere qu'il fait le tour du Ciel en un an*, ou plutôt en 365 jours 5h 48′ 45″.

Si le Soleil eſt aujourd'hui auprès d'une certaine Etoile, demain, après une révolution diurne du levant vers le couchant en 24 heures, il ſe trouvera éloigné de l'Etoile de 59′ 8″ vers l'Eſt; le lendemain de deux fois 59′ 8″; le troiſieme jour de trois fois cet eſpace, & il n'atteindra la même Etoile qu'au bout d'un an ou de 365 jours environ 6 heures.

138. Il faut encore remarquer, que ce mouvement annuel du Soleil de l'Oueſt vers l'Eſt, ne ſe fait pas dans l'Equateur céleſte, ni dans un cercle qui lui ſoit parallele, mais dans l'Ecliptique qui eſt oblique à l'Equateur; de ſorte que le Soleil change chaque jour de parallele, ou que ſa déclinaiſon varie tous les jours. Il coupe l'Equateur de 6 mois en 6 mois, en paſſant de la partie du Nord à celle du Sud, ou de celle du Sud à celle du Nord : & il s'éloigne de chaque côté de l'Equateur de 23° 28′.

Le mouvement du Soleil dans l'Ecliptique, que les Aſtronomes appellent ſon *mouvement en longitude*, n'eſt pas abſolument uniforme. On a remarqué qu'il s'accélere petit à petit depuis le premier Juillet juſqu'au 31 Décembre, & qu'il ſe rallentit depuis le premier Janvier juſqu'au premier Juillet. Dans ſa plus grande viteſſe, il décrit, 1° 1′ 12″ par jour, & dans ſa plus petite, il décrit 57′ 12″.

Du Mouvement propre ou particulier de la Lune.

139. *Le mouvement propre ou particulier de la Lune ſe fait auſſi de l'Oueſt à l'Eſt, dans un cercle incliné à l'Ecliptique d'environ 5 degrés, & elle avance chaque jour dans ſon*

orbite d'un peu plus de 13 degrés ; de forte qu'elle fait le tour du Ciel en 27 jours presqu'un tiers (ou exactement en 27 jours 7^h 43′ 12″) ; *c'est ce qu'on appelle la révolution périodique de la Lune ou son mois périodique.*

140. *Comme le mouvement propre du Soleil est à-peu-près d'un degré par jour dans le même sens que celui de la Lune, il s'ensuit qu'elle ne s'éloigne du Soleil que d'environ 12 degrés ; de maniere que la révolution de cette Planete par rapport au Soleil, est d'environ 29 jours & demi* (ou exactement 29 jours 12^h 44′ 3″) : *cet espace de tems s'appelle une Lunaison, ou une révolution synodique ou un mois synodique.*

141. Douze mois synodiques de chacun 29 jours ½, forment l'année lunaire de 354 jours ; elle est plus courte d'environ 11 jours que l'année solaire commune, qui est de 365 jours : c'est cette différence qu'on appelle *Epacte.*

142. La proximité de la Lune est cause que deux Observateurs placés sur la surface de la Terre en des points un peu éloignés, & regardant la Lune au même instant, la rapportent à différens points du Ciel ; l'un la voit vis-à-vis une Etoile, & l'autre vis-à-vis une autre Etoile ; de même qu'il arrive que deux Spectateurs regardant en même-tems un même objet peu éloigné, l'un le trouve dans l'alignement d'un arbre qui termine l'Horison, l'autre le trouve dans l'alignement d'une maison. Cette différence de position apparente s'exprime par le mot de *Parallaxe* : & il est évident que la parallaxe doit être d'autant plus grande, que les Spectateurs sont plus éloignés l'un de l'autre & que l'Astre est plus près d'eux. La parallaxe de la Lune peut monter jusqu'à deux degrés ; mais on ne la calcule ordinairement qu'à l'égard de deux Spectateurs, dont l'un seroit au centre de la Terre, & l'autre en un point quelconque sur sa surface, ce qui réduit la plus grande parallaxe possible à un degré environ. Le Soleil n'a pas de parallaxe sensible, puisqu'étant 320 fois plus loin que la Lune, sa parallaxe ne peut être que de la 320me partie d'un degré : en effet, les observations nous apprennent qu'elle est de 8″¾. Les autres Planetes n'en ont pas non plus de sensible à l'égard de la Terre.

Des Phases de la Lune & de ses Eclipses.

143. La lumiere que la Lune nous envoie ne lui est point propre ; elle est un corps opaque, qui, comme toutes les autres

Planetes, nous reflete celle du Soleil qui l'éclaire comme un flambeau éclaire une boule. Si donc nous ne voyons pas toujours cette Planete parfaitement ronde, c'est qu'elle ne nous présente pas continuellement sa partie éclairée par le Soleil. On donne le nom de *Phases* aux différentes apparences que prend la Lune, selon qu'elle est située à l'égard du Soleil & par rapport à nous.

Fig. 39. 144. Si la Lune, en décrivant son orbite autour de la Terre, se trouve en N (Fig. 39.) dans le point de cette orbite placé entre la Terre T & le Soleil S, elle ne nous présentera que la partie que le Soleil ne peut pas éclairer; ainsi nous ne pourrons la voir à cause de son obscurité : on dit alors qu'elle est *nouvelle*, ou qu'elle est *en conjonction* : c'est de l'instant où elle se trouve dans cette position qu'on commence à compter l'*âge de la Lune.* Si même alors cette Planete se trouvoit dans le point où son orbite coupe l'Ecliptique, c'est-à-dire, dans un de ses nœuds, à cause de son opacité, elle nous cacheroit le Soleil; & voilà comme se font les *Eclipses de Soleil qui ne peuvent par conséquent jamais arriver que dans le tems des conjonctions ou nouvelles Lunes.*

145. Le jour de la nouvelle Lune cette Planete se leve, passe au Méridien & se couche à-peu-près en même-tems que le Soleil. Mais les jours suivans elle se leve, passe au Méridien & se couche de plus tard en plus tard; de sorte que la quantité moyenne du retard d'un lever comparé à l'autre, d'un passage au Méridien comparé au suivant, enfin d'un coucher à l'autre coucher, est à-peu-près de 48 minutes. Elle est alors en croissant, parce que nous appercevons une partie de son Hémisphere éclairé du Soleil.

Fig. 39. 146. Sept jours 9 heures 11′ 1″ ou environ 7 jours & un tiers après la conjonction, la Lune se trouve éloignée du Soleil de 90 degrés vers l'Orient. Elle est alors comme en P. Elle ne nous présente donc que la moitié de sa partie éclairée & la moitié de sa partie obscure, ce qui fait que nous ne voyons que le quart de son globe, & c'est ce que l'on nomme pour cette raison *le premier Quartier.* Elle se leve alors vers le tems que le Soleil est au Méridien; elle passe au Méridien lorsque le Soleil se couche, & elle se couche elle-même vers minuit.

147. A mesure qu'elle avance sur son orbite, nous découvrons une plus grande partie de l'Hémisphere éclairé, jusqu'à ce que 14 jours 18 heures 22′ 1″, ou environ 14 jours trois quarts après la nouvelle Lune, elle se trouve en L, en *opposition* avec le Soleil : alors elle en est éloignée de 180 degrés, & il est *pleine Lune*; nous la voyons parfaitement ronde, parce que tout son Hémisphere éclairé du Soleil est tourné vers

nous. Elle nous éclaire dans ce tems-là pendant toute la nuit ; car elle se leve lorsque le Soleil se couche, passe au Méridien à minuit & se couche vers le tems du lever du Soleil.

148. Si la Lune en opposition se trouve dans un de ses nœuds, ou à peu de distance des points où son orbite coupe l'Ecliptique, la Terre qui se trouvera entre deux, interceptera les rayons du Soleil, portera son ombre jusques sur la Lune, qui alors cessant de recevoir la lumiere du Soleil, ne pourra nous la renvoyer ; & telle est la cause des *Eclipses de Lune, qui ne peuvent conséquemment arriver que dans les seules pleines Lunes ou oppositions.*

149. Le croissant qui avoit commencé à la nouvelle Lune, cesse quand elle est parvenue à sa parfaite croissance, ou lorsqu'elle a gagné son plein. Alors commence le *Décours*, qui se terminera à la nouvelle Lune suivante, & pendant lequel nous verrons arriver des Phases semblables à celles que nous avons vues dans le croissant, mais en sens contraire. Le côté éclairé étoit celui qui regardoit l'Occident, maintenant le côté éclairé regardera l'Orient ; & de même que nous avons découvert peu à peu l'Hémisphere éclairé du Soleil, de même aussi nous l'allons perdre peu à peu, & sa partie obscure se tournera vers nous.

150. Lorsque l'âge de la Lune sera de 22 jours 3 heures 33′ 2″ Fig. 39.
ou environ de 22 jours un septieme, elle se trouvera au point D, n'étant plus éloignée du Soleil que de 90 degrés du côté de l'Occident. On ne verra plus que la moitié de son disque éclairé, & le quart de son globe, & c'est ce que nous appellons *le dernier Quartier* : elle se leve alors vers minuit, passe au Méridien sur les 6 heures du matin, & se couche vers midi.

151. Enfin la Lune continuant toujours de s'approcher du Soleil, & de nous cacher peu à peu son Hémisphere éclairé, redevient nouvelle au bout de 29 jours 12 heures 44′ 3″ ou environ 29 jours & demi, ou d'un mois Synodique (140).

152. On nomme *Syzygies* les nouvelles ou pleines Lunes. Et on appelle *ligne des Syzygies* la ligne droite qui passe par le Soleil, la Terre & la Lune, soit que cette derniere Planete se trouve de même côté que le Soleil, ou du côté opposé. Selon ce que nous avons dit (144 & 148) *les Eclipses, soit de Soleil, soit de Lune, ne peuvent donc arriver que dans les Syzygies* ; mais elles n'arrivent pas dans toutes les syzygies, parce que la Lune n'est pas toujours proche d'un de ses nœuds à chaque Syzygie. Quoique nous cessions de voir la Lune dans toutes les conjonctions, & par conséquent lorsqu'elle est dans la ligne des syzygies, nous ne devons ce-

pendant pas regarder cette diſparition comme une Eclipſe ; puiſque nous ſavons bien que la Lune n'eſt pas alors privée de la lumiere du Soleil ; mais que nous ne ceſſons de l'appercevoir que parce qu'elle nous préſente ſa partie obſcure.





LIVRE SECOND.

Des Calculs Aſtronomiques.

PREMIERE SECTION.

Du Tems.

153. UNE révolution entiere ou le retour d'un Aſtre au même point du Ciel, d'où il étoit parti, s'appelle *un jour*, & ſe partage en 24 heures; mais il n'y a pas un accord unanime tant ſur la maniere de compter ces heures, que ſur le commencement du jour.

154. Les uns, comme les Italiens, commencent le jour au coucher du Soleil & le finiſſent au coucher ſuivant. D'autres, comme les François, le font commencer & finir au milieu de la nuit & le font durer d'un minuit à l'autre. Les Aſtronomes le comptent d'un midi à l'autre midi : c'eſt ce qui a donné lieu de diſtinguer le tems civil & le tems aſtronomique.

Du Tems Civil & du Tems Aſtronomique.

155. Le *jour Civil* eſt celui qui eſt le plus en uſage dans une nation, & qui commence parmi nous à minuit. Le *jour Aſtronomique* eſt celui dont les Aſtronomes font uſage dans leurs calculs, & il ne commence qu'à midi, de ſorte qu'il

y a toujours 12 heures du jour civil de paſſées, quand les Aſtronomes commencent à compter le leur.

156. Quoique dans l'un & l'autre de ces tems la durée & la diviſion du jour ſoit de 24 heures; cependant, ſelon notre maniere de compter le tems civil, on n'emploie pas plus de 12 heures de ſuite, & on recommence par un après avoir compté 12. Mais afin de diſtinguer les 12 premieres, on y joint le terme de *matin*, & aux 12 dernieres celui de *ſoir*; au lieu que les Aſtronomes comptent 24 heures de ſuite, depuis un midi juſqu'au midi ſuivant : ainſi à minuit ils comptent 12 heures; à une heure après minuit ils comptent 13 heures; à 6 heures du matin ils comptent 18 heures; enfin à 11 heures du matin ils diſent 23 heures, datant toujours de la veille juſqu'à midi, où ils comptent 24 heures, ou o heure du jour qu'ils commencent.

Par exemple, le 7 Avril à 8 heures du ſoir en tems civil, ſe compte auſſi le 7 Avril à 8 heures en tems aſtronomique: mais le 7 Avril à 8 heures du matin en tems civil, ſe compte le 6 Avril à 20 heures en tems aſtronomique. Cette maniere de compter eſt plus commode pour les calculs aſtronomiques, & il eſt aiſé de réduire l'une à l'autre : les Marins ſe conforment en quelque ſorte au tems aſtronomique, puiſqu'ils font les calculs de leurs routes, & qu'ils reglent toutes leurs opérations d'un midi à l'autre.

CHAPITRE PREMIER.

De la Réduction des degrés de Longitude ou de l'Equateur en Tems, & réciproquement.

157. LES longitudes ſur la Terre & les aſcenſions droites dans le Ciel, ne ſe comptent pas ſeulement en degrés, elles ſe comptent auſſi en tems : il faut donc que le Pilote ſoit en état de trouver ſur le champ la correſpondance de ces deux manieres de compter, que l'on emploie ſouvent toutes deux dans un même calcul, & que par conſéquent il en connoiſſe le rapport.

158. Le Soleil, comme nous l'avons dit (70 & 104)

paroît faire le tour du Ciel, qui eſt de 360 degrés, en 24 heures : il parcourt donc 15 degrés par heure, d'où il ſuit qu'il fait un degré en 4 minutes de tems, une minute de degré en 4 ſecondes de tems, & ainſi de ſuite & en proportion : or, pour trouver les valeurs de ces rapports dont on a beſoin dans toutes les opérations de l'Aſtronomie, on ſe ſervira des regles ſuivantes, qui peuvent ſe pratiquer aiſément de mémoire.

I°. *De la Réduction des degrés de l'Equateur en Tems.*

159. Pour réduire en tems un nombre de degrés, minutes & ſecondes, on prend autant d'heures qu'il y a de fois 15 degrés dans le nombre ; enſuite on multiplie le reſte des degrés, s'il y en a, par 4, afin d'avoir des minutes de tems, auxquels on ajoute autant d'unités qu'il y a de fois 15 dans le nombre des minutes de degrés ; enfin on multiplie le reſte des minutes par 4, pour avoir des ſecondes de tems, auxquelles on ajoute de même autant d'unités qu'il y a de fois 15 dans le nombre des ſecondes de degrés ; & ainſi de ſuite, autant qu'il eſt néceſſaire.

160. Par exemple, pour convertir en tems $37° 47' 35''$, on prendra 2 heures pour 30 degrés ; puis multipliant le reſte 7 par 4, on aura 28 minutes, à quoi il faut ajouter 3 minutes, parce que dans 47 il y a 3 fois 15 ; on aura donc 31 minutes d'heures ; & multipliant encore les deux minutes qui reſtent de 47 par 4, & ajoutant 2 au produit, on aura 10 ſecondes de tems ; enfin il reſtera 5 ſecondes de degrés, ſurplus de 35 ſur 30, il les faudra quadrupler, ce qui donnera 20 tierces : on trouvera donc que $37° 47' 35''$ valent $2^h 31' 10'' 20'''$: en ſuivant la même méthode on verra que $258° 43' 25''$ donnent $17^h 14' 53'' 40'''$.

II°. *De la Réduction du Tems en degrés de l'Equateur.*

161. Pour réduire en degrés une différence de longitude ou d'aſcenſion droite donnée en tems, on comptera autant de fois 15 degrés qu'il y a d'heures, on prendra enſuite le

quart des minutes pour en faire des degrés, & le quart des ſecondes pour en faire des minutes, &c. Par exemple, pour convertir en degrés $2^h\ 31'\ 10''\ 20'''$: on a d'abord 30 degrés pour les 2 heures ; 7 degrés $\frac{3}{4}$ ou $7°\ 45'$ pour les 31 minutes ; 2 minutes $\frac{1}{2}$ ou $2'\ 30''$ pour les 10 ſecondes ; enfin 5 ſecondes pour les 20 tierces ; ce qui fait en tout $37°\ 47'\ 35''$ pour la valeur de $2^h\ 31'\ 10''\ 20'''$.

On verra de même que $10^h\ 25'\ 18''\ 35'''$ valent $156°\ 19'\ 38''\ 45'''$.

CHAPITRE II.

De la différence des Méridiens.

162. QUEL que ſoit le tems que l'on emploie, ſoit le civil, ſoit l'aſtronomique, il eſt évident que tous les habitans de la Terre ne peuvent pas compter les mêmes heures en même-tems. Car les Aſtres, dans leur révolution diurne, ſe levent plutôt pour ceux qui ſont vers l'Orient, que pour ceux qui ſont vers l'Occident, & ils ſont encore ſur l'Horiſon des derniers, qu'ils ſont déjà couchés pour les premiers. Le Soleil, par exemple, atteint d'autant plus tard les différens Méridiens (104) qu'ils ſont plus à l'Occident les uns des autres. Il ſuit delà que deux Navigateurs qui partiroient enſemble d'un même Port, & dont l'un iroit vers l'Orient & l'autre vers l'Occident, étant revenus à ce Port, après avoir fait le tour du monde, ne s'accorderoient ni enſemble, ni avec les habitans du Port dans leur date ; car celui qui auroit ſinglé vers l'Orient compteroit un jour de plus que dans le Port, tandis que celui qui auroit été vers l'Occident compteroit un jour de moins, ce qui feroit entr'eux une différence de deux jours.

163. Or les Tables dont on fait uſage dans la Marine ſont calculées ſur l'heure qu'il eſt ſous un certain Méridien. Il faut donc qu'un Pilote ſache réduire l'heure qu'il compte dans ſon Navire, à celle que l'on compte dans le même inſtant ſous le Méridien pour lequel les Tables ſont calculées. Un peu d'attention ſuffit pour faire cette réduction, & quelques exemples raiſonnés ſerviront de regles. Ce qu'il faut principalement remarquer, c'eſt de connoître ſi l'on

compte dans le Navire plutôt ou plus tard que sous le Méridien dont on veut connoître l'heure, ce qui dépend de la route qu'on a tenue par rapport à ce Méridien, en singlant vers l'Est ou vers l'Ouest, comme on le peut voir par ce qui arriveroit aux deux Navigateurs dont nous venons de parler.

Regles pour réduire le Tems compté sur un Navire, au Tems que l'on compte à Paris au même instant.

164. *Si le Navire est à l'Est ou à l'Orient du Méridien de Paris, il faut toujours soustraire la différence des Méridiens, réduite en tems* (159), *de l'heure que l'on compte astronomiquement sur le Vaisseau; le reste sera l'heure comptée pour lors à Paris.*

165. Mais *si le Navire est à l'Ouest ou à l'Occident de Paris, on ajoutera la différence des Méridiens au tems compté à bord du Vaisseau, & la somme donnera l'heure que l'on compte alors à Paris* (1).

166. Exemple. Le 12 Mars à midi, étant par 48° 30′ de longitude Orientale du Méridien de Paris, on demande l'heure que l'on compte pour lors dans cette ville.

Si le premier des Navigateurs dont nous avons parlé (162), qui fait route par l'Est, étoit parti de Paris; lorsqu'il se seroit trouvé par 48° 30′ de longitude, il auroit eu le Soleil au Méridien 3^h 14′ avant que cet Astre fût arrivé au Méridien de Paris : il compteroit donc 3^h 14′ de plus que cette ville; ainsi lorsqu'il est midi dans le Navire, il s'en faut 3^h 14′ qu'il ne soit midi à Paris, c'est-à-dire, que l'on y compte le 11 Mars à 20^h 46′ en tems astronomique, ou le 12 à 8^h 46′ du matin en tems civil.

Opération.

Longitude du Navire Méridien de Paris E	48°	30′
ou différence des Méridiens E . . .	3^h	14′
Tems astron. compté dans le Navire le 12, à	0	0
Tems astronom. compté à Paris le 11, à	20^h	46′
ou tems civil au matin le 12, à	8	46

(1) On trouve à la fin des Leçons de Navigation une Table très-étendue de la différence des Méridiens entre Paris & les principaux lieux de la Terre.

167 Si la longitude donnée eſt comptée du Méridien de l'Iſle-de-Fer, on la réduira à celle de Paris de la maniere ci-après, & on agira enſuite comme ci-devant.

Suivant les dernieres obſervations de M. de Borda, la côte Occidentale de l'Iſle-de-Fer eſt 20° 30′ à l'Oueſt de Paris : mais la plupart des Géographes ont ſuppoſé juſqu'à préſent, pour plus de facilité & en nombres ronds, que Paris eſt à 20 degrés de longitude ; c'eſt le nombre que nous emploierons toujours par la ſuite.

168. Or, *pour réduire une longitude comptée de l'Iſle-de-Fer à celle de Paris, il faut toujours en retrancher* 20 *degrés* (longitude ſuppoſée au premier Méridien paſſant par cette Iſle à l'Oueſt de Paris), *le reſte donne la longitude Orientale Méridien de Paris. Si cependant ce reſte excede* 180 *degrés, il faut le ſouſtraire de la longitude totale,* 360 degrés, *pour avoir la longitude à l'égard de Paris, qui pour lors eſt Occidentale.*

169. Mais *ſi la longitude comptée de l'Iſle-de-Fer eſt moindre que* 20 *degrés, il la faudra ſouſtraire de ce nombre, & le reſte ſera la longitude Occidentale Méridien de Paris.*

170 EXEMPLE. Le 15 Octobre à midi, étant en Mer par 60 degrés de longitude, comptée de l'Iſle-de-Fer, on demande l'heure qu'il eſt pour lors à Paris.

Cet exemple ne differe du précédent qu'en ce que la longitude y eſt comptée de l'Iſle-de-Fer ; il faut donc la réduire à celle de Paris. Ainſi, ſuivant le nº. 168, il faut retrancher 20 degrés de la longitude donnée 60, & le reſte 40 eſt la longitude Orientale du Navire Méridien de Paris : or, 40 degrés valent 2^h 40′, par conſéquent cette ville comptera 2^h 40′, de moins que le Navire, c'eſt-à-dire, qu'on y comptera le 14 Octobre à 21^h 20′ en tems aſtronomique, ou le 15 à 9^h 20′ du matin en tems civil.



CHAPITRE III.

De la distinction des Années Bissextiles & des Années Communes.

171. SI le Soleil employoit exactement un certain nombre de jours à revenir au même point du Ciel d'où il est parti une année auparavant, on ne manqueroit pas d'observer toujours les mêmes saisons attachées, pour ainsi dire, aux mêmes quantiemes & à la même heure; mais on a trouvé, par observation, que cet Astre, au bout de 365 jours complets, n'a point encore atteint le même degré de l'Ecliptique, & qu'il n'y parvient que 5 heures 48′ 45″ après (137).

172. Pour régler donc les années sur les saisons & les rendre conformes les unes aux autres autant qu'il dépend de nous, ce qu'on a pu faire de mieux étoit d'amasser, pour ainsi parler, ces heures & minutes jusqu'à ce qu'elles pussent former un jour, & l'ajouter à l'année; ce qui fait retrouver le Soleil aux mêmes quantiemes, dans les mêmes points du Ciel où il étoit ci-devant; puisqu'il arrive par-là qu'un certain nombre de ces années, prises ensemble, est égal au même nombre d'années solaires, ou de révolutions du Soleil sur l'Ecliptique.

173. On fait donc trois années de suite de 365 jours: on les nomme *Années Communes*, & on ajoute un jour de plus à la quatrieme, que l'on fait de 366 jours: cette année s'appelle *Bissextile*. Le jour de plus s'ajoute au mois de Février, qui, dans les années communes, n'a que 28 jours & 29 dans les bissextiles. Cet arrangement a été prescrit par Jules-César, & on a nommé pour cela *Style Julien* cette maniere de régler les années.

174. Pour faire les années bissextiles, on a choisi celles dont le nombre est divisible par quatre. L'année 1784 en est une. Les années 1788, 1792 & 1796 seront également bissextiles ou de 366 jours; au lieu que les années intermédiaires seront communes ou seulement de 365 jours: les unes compensant les autres, quatre sont à-peu-près égales à quatre révolutions du Soleil autour de l'Ecliptique.

175. Pour que l'égalité fût parfaite, on s'apperçoit aisément qu'il faudroit que le Soleil mit précisément 365 jours 6 heures, au lieu de 365 jours 5 heures 48′ 45″ : ainsi cette différence de 11′ 15″ par an, fait que le Soleil ne finit pas précisément ses quatre révolutions avec nos quatre années, mais 45 minutes plutôt.

176. Cette différence, en se multipliant, avoit produit 10 jours depuis l'établissement des Fêtes Mobiles, fait au Concile de Nicée l'an 325 de J. C. lorsque le Pape Grégoire XIII, en réformant le Calendrier en 1582, ordonna, pour empêcher cette erreur de s'accumuler, que pendant trois siecles de suite, à commencer à l'année 1700, chaque centieme année ne seroit pas bissextile ; mais que la centieme année du quatrieme siecle seroit bissextile, & ainsi de suite, de sorte que toutes les années séculaires, dont le nombre est divisible par 400, sans reste, sont bissextiles. Selon cet arrangement, les années 1800, 1900, seront communes, 2000 sera bissextile, 2100, 2200, 2300 seront communes, 2400 bissextile, &c. Cette forme de Calendrier, qui est connue sous le nom de *Nouveau Style*, ou de *Style Grégorien*, n'a pas été généralement adoptée par toutes les Nations : celles qui suivent le vieux style comptent 11 jours de quantieme moins que nous. Après l'an 1800 la différence sera de 12 jours, & elle sera de 13 jours pendant les deux siecles qui suivront l'an 1900. Les Anglois n'ont adopté le nouveau style qu'au mois de Septembre 1752.



SECONDE

SECONDE SECTION.

Du Calcul des Phases de la Lune & des Marées.

CHAPITRE PREMIER.

Du Flux & Reflux de la Mer.

177. Sur les côtes de l'Océan, on ne peut pas toujours sortir d'un Port ou y entrer, quoique le vent soit favorable : on est souvent obligé d'attendre le Flux, ou que la Mer soit pleine.

Tout le monde sait que nos côtes sont sujettes à une espece d'inondation, de la part de la Mer, deux fois le jour. Les eaux montent ou s'élevent pendant environ 6 heures : ce mouvement, qui est quelquefois assez rapide, & par lequel la Mer vient couvrir nos plages, se nomme le *Flux* ou le *Flot*. Les eaux, lorsqu'elles sont parvenues à leur plus grande hauteur, restent à peine un demi-quart-d'heure dans cet état. La Mer est alors *Pleine* ou elle est *Etale* : elle commence ensuite à descendre, & elle le fait pendant environ six heures, qui forment le tems du *Reflux*, de l'*Ebe* ou du *Jusant*. La Mer en se retirant, parvient à son plus bas terme, qu'on nomme *Basse-Mer*, & elle remonte presqu'aussi-tôt. Il se fait un autre flux, qui dure également 6 heures, & ainsi toujours de suite.

178. Chaque mouvement de la Mer n'est pas précisément de 6 heures ; elle met ordinairement un peu plus à venir, & un peu plus à s'en retourner : ces deux mouvemens contraires sont même considérablement inégaux dans certains ports, principalement dans l'entrée des rivie-

tes ; mais les deux enſemble font toujours plus de 12 heures, ce qui eſt cauſe que la pleine Mer ou chaque *Marée* n'a pas lieu le ſoir à la même heure que le matin : elle arrive environ 24 minutes plus tard ; & d'un jour à l'autre, il ſe trouve à peu-près 48 minutes de retardement ; c'eſt-à-dire, que s'il eſt pleine Mer aujourd'hui dans un Port, à 9 heures du matin, il n'y ſera pleine Mer ce ſoir qu'à environ 9^h 24' ; demain à 9^h 48' du matin, & le ſoir à 10^h 12'. C'eſt auſſi la même choſe à l'égard des baſſes Mers ; elles retardent d'un jour à l'autre, d'environ 48 minutes, & du matin au ſoir, de 24 minutes.

179. Ce retardement étant connu, on peut, ſi l'on a été attentif à l'inſtant de la marée un certain jour, prévoir à quelle heure il ſera pleine Mer dans le même Port un autre jour, & faire ſes diſpoſitions à propos, ſi on eſt dans un Navire, pour ſortir du Port ou pour y entrer ce jour-là. Par exemple, ſi on avoit remarqué que la haute Mer eſt arrivée un certain jour à 6^h 30' du matin, & que l'on voulût ſavoir à quelle heure elle arriveroit 10 jours après, il n'y auroit évidemment qu'à multiplier 48 minutes par 10, & on auroit 8 heures pour le retardement cherché : donc l'heure de la pleine Mer arriveroit à 2 heures & demie du ſoir.

180. Selon ce que nous venons de dire, pour trouver le retardement des marées, il ſuffit toujours de faire la proportion ou regle de Trois ſuivante. Si l'on demande combien la pleine Mer doit ſe faire plus tard au bout de 9 jours ; je dis, ſi 10 jours produiſent 8 heures de retardement dans les marées, combien 9 jours en doivent-ils produire ? Je multiplie 9 par 8, & diviſant le produit 72 par 10, il me vient 7 au quotient, qui marquent que le retardement eſt de 7 heures ; mais il reſte 2 à la diviſion, & chaque unité qui reſte vaut un dixieme d'heure, ou 6 minutes ; ainſi 2 vaudront 12 minutes ; par conſéquent les marées doivent arriver plus tard au bout de 9 jours de 7^h 12'.

D'où il ſuit, que quand on veut réduire les jours de Lune en heures & minutes, il les faut toujours multiplier par 8 ; puis diviſer le produit par 10, & le reſte, s'il y en a, doit être multiplié par 6 : voici comment on peut abréger ce calcul. Après avoir multiplié les jours de Lune par 8, il

suffit de retrancher du produit le dernier chiffre à droite, & ensuite de prendre la moitié de ce chiffre pour le mettre à sa gauche, ce qui donnera des minutes; c'est-à-dire, que dans notre exemple, si du produit 72 on retranche le chiffre 2 qui est à droite, & qu'on en prenne la moitié 1 pour la mettre à gauche, on aura 12 minutes, tandis que le 7 marquera des heures.

181. On peut encore trouver le retardement des marées par la petite Table suivante.

TABLE

Du Retardement des Marées selon le nombre de jours après la Nouvelle & Pleine Lune.

Jours après la nouvelle & pleine Lune.	Retardement des Marées.	Jours après la nouvelle & pleine Lune.	Retardement des Marées.
1	0h 48'	8	6h 24'
2	1 36	9	7 12
3	2 24	10	8 0
4	3 12	11	8 48
5	4 0	12	9 36
6	4 48	13	10 24
7	5 36	14	11 12
8	6 24	15	12 0

Il est clair par la seule inspection de la Table, que si on demande la valeur de 20 jours de Lune, il faudra ne prendre que le surplus de 15, c'est-à-dire, 5 jours après la pleine Lune.

De l'Accord qu'il y a entre le Flux & Reflux, & les Mouvemens du Soleil & de la Lune.

182. Dans la Table précédente nous avons employé les jours de la Lune pour connoître le retardement des marées, parce qu'effectivement il y a un accord parfait entre le flux & le reflux & les mouvemens de la Lune & du Soleil: pour s'en convaincre il suffiroit de remarquer que comme la Lune retarde de 48 minutes chaque jour à revenir au même point du Ciel, comme nous l'avons vu n°. 145, de même aussi les marées

retardent tous les jours de 48 minutes : que celles-ci reviennent à la même heure au bout de 15 jours, & au bout d'un mois lunaire ou de vingt-neuf jours & demi, lorsque la Lune est revenue, non pas exactement au même point du Ciel, mais dans sa même situation par rapport au Soleil : forte preuve que les deux Astres ont part à l'effet, & toutes les autres circonstances le confirment, comme nous allons le voir.

183. Les marées sont plus fortes de 15 jours en 15 jours, c'est ce qui arrive à toutes les nouvelles & pleines Lunes, ou lorsque les deux Astres agissent ensemble sur le même point de la Mer. On donne le nom de *grandes eaux* ou *Vives-eaux* à ces plus fortes marées, on les nomme aussi *Malines*.

Dans certains tems de l'année les deux Astres exercent encore mieux leurs forces ; c'est quand ils répondent au-dessus de l'Océan vers le milieu de la Terre, ou vers l'Equateur ; la Mer monte alors beaucoup plus haut, & elle descend aussi plus bas : c'est ce qui arrive vers les commencemens d'Avril & d'Octobre, aux marées des Equinoxes, qu'on appelle *grandes Malines* ou *Reverdies*.

Enfin le Soleil & la Lune ne conservent pas toujours la même distance à la Terre. La Lune principalement est sujette à s'éloigner de notre Globe, & d'autres fois elle s'en approche. Une médiocre attention fait appercevoir ce changement de distance, la Planete nous paroît plus petite ou plus grande ; mais toutes les fois qu'elle est plus voisine, & qu'elle nous paroît par conséquent plus grande, son action sur la Mer est aussi plus forte : c'est ce que nous apprennent toutes les observations ; de sorte que si cette circonstance concourt avec une nouvelle ou pleine Lune au tems des Equinoxes, alors les marées sont les plus fortes qu'il soit possible.

184. Il arrive le contraire dans les quadratures, l'effet est moindre, parce que l'action de la Lune se trouve contrariée par celle du Soleil. Dans ce cas qui arrive aussi tous les 15 jours, & auquel on donne le nom de *Mortes-eaux*, la Mer monte moins haut, & elle descend aussi moins bas ; depuis le terme de la pleine Mer jusqu'à celui de la basse Mer, il n'y a quelquefois que la moitié de la hauteur qu'on observe dans les malines.

185. En général les marées du matin & du soir ne sont pas également fortes ; il y a un choix à faire lorsqu'on veut sortir d'un Port ou y entrer, & que ce Port n'est pas assez profond ; mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que l'ordre de ces marées change au bout de six mois ; c'est-à-dire, que si ce sont les marées du matin qui sont actuellement les plus fortes, comme cela ne manque pas d'arriver en Hiver, en six mois ou un peu plus, elles seront les plus foibles. Ce sont effectivement les marées du soir

qui sont les plus fortes en Eté, & il faut donc les préférer pour entrer dans les Ports & pour en sortir. Il arrive à peu près un égal changement à l'égard des grandes marées, des nouvelles Lunes, comparées aux grandes marées des pleines Lunes; elles sont aussi presque toujours inégales, & la différence est quelfois de plusieurs pieds; mais au bout de six mois les plus fortes marées deviennent les plus foibles, & les plus foibles deviennent les plus fortes. Cet effet doit être principalement attribué à la Lune, qui n'est pas à la même distance de la Terre au bout de six mois, lorsqu'elle est dans la même situation par rapport au Soleil: si elle se trouve maintenant à sa moindre distance dans le tems des nouvelles Lunes, dans six mois, ce sera tout le contraire, elle sera à sa moindre distance dans le tems des pleines Lunes.

186. Au surplus, les *malines* n'arrivent pas précisément les jours des nouvelles & pleines Lunes, mais un jour & demi ou deux jours après. Les plus petites marées, ou les *mortes-eaux*, ne concourent pas exactement non plus avec les quadratures; elles tombent un jour & demi plus tard. Les marées ont rapport à tous les autres effets qui demandent du tems pour recevoir peu à peu leur augmentation, par l'action réitérée de la même cause ou du même agent. Après qu'elles ont été fort grandes, un ou 2 jours après la nouvelle ou la pleine Lune, elles vont en diminuant jusqu'à un jour & demi après la quadrature, & elles augmentent ensuite de nouveau jusqu'à deux jours environ après la pleine ou nouvelle Lune suivante. Il se trouve la différence que nous avons dite, entre les marées du soir & du matin, de même qu'entre les malines; mais c'est une regle générale, que toutes les fois que la Mer monte davantage par son flux, elle descend aussi davantage par son reflux. Lorsque toutes les circonstances sont favorables pour produire une très-grande maline vers le commencement d'Avril ou d'Octobre, la Mer, en se retirant, laisse aussi à sec une plage beaucoup plus grande qu'à l'ordinaire: on voit alors à découvert des bancs de sable & des écueils, qui sont cachés pendant tout le reste de l'année.

187. Les mers qui ont peu d'étendue, ne sont pas sujettes à avoir de marées, parce qu'en tout tems l'action du Soleil & de la Lune est à peu près la même sur une de leurs extrémités que sur l'autre: c'est pourquoi la Mer Méditerranée & la Mer Baltique n'ont presque pas de flux sensible. Il en est de même des petites Isles qui sont en pleine Mer.

CHAPITRE II.

Du Calcul des Lunaisons.

188. NOus venons de voir dans le Chapitre précédent que les marées ont un rapport immédiat avec les mouvemens du Soleil & de la Lune, & que leur retardement est le même que celui de cette derniere Planete : il est donc nécessaire de savoir calculer les Phases de la Lune pour connoître l'heure du flux & reflux : pour y parvenir, on se sert communément de *l'Epacte* que l'on trouve par le moyen du *Cycle Lunaire* ou *Nombre d'Or*.

Du Cycle Lunaire ou Nombre d'Or, & de la maniere de le trouver.

189. *Le Cycle Lunaire ou Nombre d'Or est une révolution de 19 ans, au bout de laquelle les nouvelles & pleines Lunes reviennent aux mêmes jours du mois, & presqu'à la même heure.*

* Je dis presque à la même heure, parce qu'au bout de 19 ans les nouvelles & pleines Lunes arrivent environ une heure & demie plutôt. Les anciens Astronomes qui remarquerent cette période, en eurent une si grande idée, qu'ils firent graver le Cycle lunaire en lettres d'Or; & c'est delà que l'on appelle *Nombre d'Or*, le nombre du Cycle qui répond à chaque année proposée.

Le Nombre d'Or augmente donc d'un chaque année, & quand la révolution de 19 ans est finie on recommence par un.

190. *Pour trouver le Nombre d'Or*, d'une année quelconque de l'Ere Chrétienne, *on ajoute* 1 *à l'année proposée, & on divise la somme par* 19, *le reste de la division est le Nombre d'Or cherché. S'il ne reste rien le Nombre d'Or est* 19.

On ajoute 1 à l'année proposée avant de faire la divi-

sion, parce qu'il y avoit 1 de Nombre d'Or à la naissance de Jesus-Christ.

191. Si l'on propose, par exemple, de trouver le Nombre d'Or en 1782, il faudra diviser 1783 par 19 : la division faite il restera 16, c'est le Nombre d'Or cherché, & le quotient 93 indiquera les révolutions passées depuis la naissance de Notre Seigneur.

192. *On trouve encore le Cycle Lunaire en prenant pour époque l'année séculaire, si on connoît son Nombre d'Or. On retranche les deux chiffres qui désignent les milles & les cens de l'année proposée : on prend ensuite dans le reste autant d'unités qu'il y a de fois 20 ; on y ajoute le surplus avec le Nombre d'Or de l'année séculaire* (1) : *la somme étant au-dessous de 19, sera le Nombre d'Or cherché ; mais si elle passe 19, on en retranchera ce nombre, & le reste sera le Nombre d'Or.*

193. Il est facile de voir pourquoi on prend autant d'unités qu'il y a de fois 20 ; c'est que dans 20 années il y a une révolution de 19 ans & 1 de surplus ; dans 40 il y a deux révolutions qui valent 38 ans & 2 de surplus. On trouvera de même 3 pour 60, 4 pour 80 & 5 pour 100 ; ce qui fait voir que tous les cent ans le Nombre d'Or augmente de 5.

194. Si donc l'on propose l'année 1782 ; en retranchant de ce nombre les milles & les cens, il restera 82 ; puis prenant 4 unités pour 80, puisque dans ce nombre il y a 4 fois 20, & y ajoutant le surplus 2 avec 10, Nombre d'Or de l'année séculaire 1700, la somme 16 indiquera le Nombre d'Or de 1782. Si l'année proposée eût été après 1800, on auroit ajouté 15 & 1 après 1900.

De l'Epacte & de la maniere de la trouver.

195. *Les Epactes sont des nombres qui expriment pour chaque année l'âge à peu près qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente.*

Lorsque 1783 a fini, par exemple, la Lune étoit âgée de 7 jours, c'est-à-dire, qu'à la fin de 1783 il y avoit

(1) C'est-à-dire, 10 dans le Siecle actuel, 15 dans le suivant & 1 après 1900, parce que les quantités 10, 15 & 1 sont les Nombres d'Or des Années séculaires 1700, 1800 & 1900.

7 jours d'écoulés depuis la derniere conjonction ou nouvelle Lune : c'est pourquoi 1784 a 7 d'Epacte. Et comme le nombre des jours contenus dans les mois de Janvier & de Février font ensemble environ deux lunaisons, il s'ensuit que *l'Epacte d'une année est aussi l'âge à peu près qu'a la Lune le dernier jour de Février de l'année courante.*

196. *L'Epacte* (comme nous l'avons dit n°. 141) *vient de ce que l'année solaire commune est plus grande que l'année lunaire d'environ 11 jours, la premiere étant de 365 jours, & la seconde de 354 seulement. Il suit delà que l'Epacte doit augmenter de 11 chaque année.*

197. Par la même raison, les nouvelles & pleines Lunes arrivent 11 jours plutôt une année que la précédente, & l'âge de la Lune doit aussi augmenter de la même quantité ; de sorte que, *pour avoir l'Epacte d'une année, il suffit d'ajouter 11 à celle de l'année précédente : si la somme n'excede pas 30, ce sera l'Epacte cherchée ; mais si la somme surpasse 30, il faut en ôter ce nombre.* Cette méthode de trouver l'Epacte dans le siecle présent & dans le suivant, souffre exception dans un cas, c'est quand le Nombre d'Or est un ; car alors il faut ajouter 12 à la derniere Epacte.

198. Il y a une correspondance entre le Nombre d'Or & les Epactes, puisque le Nombre d'Or est la période du retour de la Lune à son même âge le même jour de l'année ; mais à cause de la correction des années bissextiles de 100 en 100 ans, cette correspondance change toutes les fois qu'on omet une bissextile, à moins que l'Equation lunaire ne change aussi.

199. *Pour trouver l'Epacte d'une année dans le dix-huit & le dix-neuvieme siecle, c'est-à-dire, entre 1700 & 1900 exclusivement, on ôte 1 du Nombre d'Or, & on multiplie le reste par 11 ; ensuite on divise le produit par 30 ; ce qui reste après la division est l'Epacte.*

200. Voici encore une méthode d'usage & fort simple. *On compte le Nombre d'Or circulairement sur la racine, sur la jointure & sur le bout du pouce, en commençant à la racine. Si le Nombre d'Or finit sur la racine on en retranche 1 pour avoir l'Epacte ; s'il finit sur la jointure, on y ajoute 9 ; enfin s'il finit sur le bout on y ajoute 19* (1) ; *la somme du*

(1) Depuis 1900 jusqu'à 2100, on retranchera 2 du Nombre d'Or, s'il finit sur la racine, ou on y ajoutera 28 ; sur la jointure on ajoutera 8 & au bout 18.

Nombre d'Or & de la quantité ajoutée donne l'Epacte ; supposé que cette somme soit plus grande que 30, on en prend le surplus.

201. Si on demande l'Epacte de 1782, dont le Nombre d'Or est 16 ; en comptant ce nombre sur le pouce, comme on vient de le dire, & commençant par la racine, on trouvera aussi qu'il y finit ; ainsi il faudra retrancher 1 du Nombre d'Or ; le reste 15 sera l'Epacte cherchée.

PROBLÊME PREMIER.

Connoissant l'Epacte d'une Année, trouver quel jour du mois arrive la Nouvelle & Pleine Lune.

202. Nous avons vu ci-devant (144) que *la Lune est nouvelle toutes les fois que cette Planete se trouve en conjonction avec le Soleil ; & qu'elle est pleine quand elle paroît diamétralement opposée à cet Astre, ou qu'elle en est éloignée de 180 degrés, ce qui arrive environ 15 jours après sa conjonction* (147).

203. *Pour trouver quel quantieme du mois arrive la nouvelle Lune, on ajoute l'Epacte avec les mois écoulés depuis Mars inclusivement, jusques & compris celui pour lequel on cherche la nouvelle Lune ; cette somme se retire d'une lunaison, c'est-à-dire, de 29 ou de 30, selon que le mois a 30 ou 31 jours ; le reste donne le jour du mois qui indique la nouvelle Lune.*

Si la somme de l'Epacte & des mois passés depuis Mars surpasse les nombres de 29 ou de 30, on la retranche de 59, valeur de deux lunaisons.

La raison de cette pratique est bien simple. Nous avons vu ci-devant (195) que l'Epacte d'une année marque à peu près l'âge qu'a la Lune le dernier jour de Février, & (196) qu'elle augmente de 11 jours d'une année à l'autre ; elle augmente donc d'environ un jour chaque mois. C'est pourquoi on ajoute le nombre des mois écoulés depuis Mars ; on a ensuite l'âge de la Lune à la fin du mois qui précede celui dont il s'agit. Ainsi en l'ôtant d'une ou de deux lunaisons, il doit rester le quantieme de la nouvelle Lune.

204. *Quant aux mois de Janvier & de Février, on ne fait qu'ajouter 1 à l'Epacte de l'année proposée, & on ôte la somme de 30 pour le mois de Janvier & de 29 pour le mois de Février.*

205. Il est une méthode aisée de distinguer les mois qui ont 30 jours de ceux qui en ont 31, quand on ne le sait pas par mémoire; c'est de tenir deux doigts d'une main fermée, le second & le quatrieme, & les trois autres ouverts. Ils sont alternativement abaissés & étendus. On prononce ensuite les noms des mois sur les 5 doigts, en commençant par Mars & par le pouce, qui est du nombre des doigts ouverts: tous les mois qui tombent sur les doigts ouverts ont 31 jours, & ceux qui tombent sur les doigts fermés n'en ont que 30. Février forme une exception à cette regle, comme on le sait, il n'a que 28 jours les années communes, & 29 les années bissextiles.

206. *Pour savoir quel jour du mois tombe la pleine Lune, il suffit d'ajouter 15 jours au quantieme de la nouvelle, si elle arrive avant le 15, au lieu qu'il faut en retrancher ce nombre, si elle arrive après le 15.*

207. EXEMPLE. On demande le tems de la nouvelle & pleine Lune au mois de Mai 1782.

L'Epacte, comme nous l'avons vu (201), est 15: de plus, il y a en Mai 3 mois écoulés depuis Mars: la somme 18 est l'âge de la Lune le dernier jour d'Avril; il faut donc la retrancher de 30, puisqu'elle est moindre, & que le mois de Mai a 31 jours: le reste 12 est le quantieme de la nouvelle Lune; ajoutant 15 avec 12, on a 27 pour le jour de la pleine Lune.

PROBLÊME II.

Connoissant l'Epacte, trouver l'Age de la Lune pour un jour proposé.

208. *L'âge de la Lune est* (144) *le nombre de jours écoulés depuis sa conjonction avec le Soleil, ou depuis la nouvelle Lune.* Or il est aisé de trouver cet âge pour un jour donné lorsqu'on connoît le jour qu'elle a été nouvelle; mais on peut aussi le trouver immédiatement, comme il suit.

Pour cela, *il faut ajouter trois choſes enſemble ;* ſavoir, *l'Epacte, le nombre des mois écoulés depuis Mars incluſivement, & le quantieme du mois ; la ſomme donne l'âge de la Lune ; mais lorſqu'elle ſurpaſſe 30, on en prend le ſurplus quand le mois a 31 jours, ou le ſurplus de 29 quand le mois n'a que 30 jours ; ſi cependant la ſomme excédoit 59, on en retrancheroit ce nombre.*

Cette pratique eſt fondée ſur ce que la ſomme de l'Epacte & des mois écoulés depuis Mars donne l'âge de la Lune à la fin du mois qui précede celui dont il s'agit (203), il faut donc y ajouter encore le quantieme du mois propoſé, puiſque c'eſt un ſurcroît de plus à la Lune.

209. *On agit aux mois de Janvier & de Février comme il a été dit (204) pour trouver la nouvelle Lune, c'eſt-à-dire, que l'on ajoute ſeulement 1 à l'Epacte & au quantieme unis enſemble.*

Malgré ces précautions on ne laiſſe cependant pas de trouver quelquefois 2 jours d'erreur, parce que cette maniere de calculer les lunaiſons eſt trop groſſiere ; il vaut beaucoup mieux ſe ſervir de la méthode que nous enſeignerons ci-après Chapitre IV, nº. 216 & ſuiv.

210. Exemple. On demande l'âge de la Lune le 8 Juin 1782.

L'Epacte 15, trouvée ci-devant (201) étant ajoutée avec les mois écoulés depuis Mars 4, & le quantieme 8, il vient 27 pour l'âge de la Lune ; c'eſt-à-dire, que 27 jours auparavant le 8 Juin la Lune étoit en conjonction, & qu'elle étoit pleine ou en oppoſition ſeulement 12 jours auparavant.



CHAPITRE III.

De l'Etabliſſement des Marées, & de la maniere de calculer l'Heure du Flux & Reflux.

211. IL eſt pleine Mer ſur toute une étendue de côte à la même heure; mais ſelon que les Ports ſont plus ou moins retirés dans les terres, & que leur ouverture eſt plus ou moins étroite, la Mer emploie plus ou moins de tems pour s'y rendre, & il y eſt pleine Mer plutôt ou plus tard. Chaque Port a donc ſon heure particuliere; outre que cette heure eſt différente chaque jour, il a été naturel de conſidérer plus particuliérement les marées des nouvelles & pleines Lunes, & d'y rapporter toutes les autres.

212. *On nomme Etabliſſement des Marées*, ou *Situation d'un Port*, ou *Heure d'un Port*, *l'heure à laquelle il y eſt pleine Mer le jour de la nouvelle & pleine Lune.* Dans la Baie de Breſt, c'eſt à 3^h $30'$, au lieu que l'Etabliſſement des marées au Havre-de-Grace eſt à 9 heures; à Dieppe à 10^h $30'$, parce qu'il eſt pleine Mer dans ces Ports à ces heures-là, les jours des nouvelles & pleines Lunes. (On trouve une Table aſſez ample de la ſituation des Ports les plus remarquables à la fin des Leçons de Navigation.)

PROBLÊME PREMIER.

Connoiſſant l'Heure de la Pleine Mer dans un Port un certain jour, & le Retardement des Marées, trouver ſon Etabliſſement.

213. On connoît ſans peine l'établiſſement des marées dans un Port, lorſqu'on ſe trouve dans ce même Port le jour de la nouvelle ou pleine Lune; mais ſi l'on s'y trouve un autre jour, l'heure de la pleine Mer ſera différente, & il faudra avoir égard au retardement des marées, qui eſt, comme nous l'avons dit (178), d'environ 48 minutes par

jour : ainſi *pour trouver l'établiſſement*, ou *la ſituation d'un Port*, un autre jour que celui de la nouvelle ou pleine Lune, *il faut toujours retrancher le retardement des marées de l'heure de la pleine Mer obſervée, augmentée de 12 s'il eſt néceſſaire pour la ſouſtraction.*

Par exemple, ſi on trouve par les moyens expliqués ci-deſſus, 10 jours d'écoulés depuis la nouvelle ou pleine Lune, & qu'on obſerve l'heure de la pleine Mer ce jour-là à $9^h\ 30'$; les 10 jours de Lune vaudront 8 heures de retardement, ainſi ces 8 heures doivent être retranchées de l'heure de la pleine Mer obſervée $9^h\ 30'$, & il reſtera pour l'établiſſement du Port $1^h\ 30'$.

PROBLÊME II.

Connoiſſant l'Etabliſſement des Marées pour un Port & leur Retardement, trouver l'Heure de la pleine Mer pour un jour propoſé.

214. Lorſqu'on connoit l'établiſſement d'un Port, ou l'heure à laquelle il y eſt pleine Mer le jour de la nouvelle ou pleine Lune, il eſt très-facile de trouver à peu près l'heure de la pleine Mer pour tous les autres jours, puiſ-qu'*il* ne *faut* qu'*ajouter la quantité du retardement à l'établiſſement du Port, & retrancher 12 heures de la ſomme, ſi elle ſurpaſſe ce nombre.*

215. EXEMPLE. On demande à quelle heure il étoit pleine Mer au Havre-de-Grace le 11 Avril 1785.

Je cherche l'âge de la Lune pour ce même jour (208), & je trouve 2 jours d'écoulés depuis la nouvelle Lune ; ces deux jours produiſent $1^h\ 36'$ de retardement, que j'ajoute à l'établiſſement des marées au Havre-de-Grace, qui eſt 9 heures, & j'ai $10^h\ 36'$ pour le tems de la pleine Mer.

CHAPITRE IV.

Méthodes plus exactes que les précédentes ; tant pour calculer les Phases de la Lune, que pour trouver l'Heure du Flux & Reflux.

216. LE calcul des Epactes ordinaires étant trop grossier pour être d'usage sur Mer, il vaut mieux avoir recours à des Tables astronomiques, qui donnent beaucoup plus de précision. Celles dont on va enseigner l'usage ont été calculées de nouveau avec le plus grand soin : elles font connoître le vrai tems des Phases de la Lune à 10 ou 12 minutes près communément ; il n'y a presque jamais une demi-heure de différence dans les plus grandes erreurs. On auroit pu pousser plus loin l'exactitude de cette détermination ; mais il auroit fallu trop compliquer ce calcul, qui ne sert gueres qu'à connoître l'heure des marées dans les parages dont on connoît l'établissement : or, il suffit pour cela que l'on sache le vrai tems des Syzygies ou des Quadratures à 3 heures près, pour ne se tromper jamais de 10 minutes sur le tems de la plus haute marée, dans les jours où des vents forcés ne la rendent pas irréguliere.

Calcul des Phases de la Lune.

217. La Table I pour les années, au haut de la page 2, contient dans la premiere colonne les années pendant lesquelles on pourra s'en servir : la seconde colonne donne pour les années communes les jours, heures & minutes de Janvier, auxquels arrive à peu près la premiere Phase de ce mois indiquée dans la quatrieme colonne de l'année correspondante ; mais il faut y ajouter un jour pour avoir cette premiere Phase dans les années bissextiles.

On trouve dans les trois Tables destinées pour le calcul des lunaisons, des colonnes qui ont en tête la lettre A, avec des nombres qui ne passent pas 1000 : ces nombres

indiquent l'*Anomalie* de la Lune (1). Il faut remarquer que, lorsqu'en ajoutant ces nombres, leur somme surpasse 1000, on n'écrit que l'excédent : par exemple, si la somme étoit 1245, on n'écrit que 245. La raison en est, que 1000 marquant une révolution complette de la Lune à l'égard du terme de sa plus petite vîtesse, le nombre 1245 exprime une révolution entiere, plus la $\frac{245}{1000}$ partie d'une autre : or, comme les inégalités de la Lune recommencent à être les mêmes après chaque révolution, on ne doit plus avoir égard à la révolution achevée, mais à l'excédent 245, qui exprime la distance actuelle de la Lune à son Apogée, ou au terme de ses inégalités.

218. La lettre P qui est à la tête de la quatrieme colonne des Tables I & II, sert à indiquer l'ordre des Phases de la Lune ; 1 exprime la premiere Phase ou la nouvelle Lune ; 2 le premier Quartier ; 3 la pleine Lune ; 4 le dernier Quartier ; 5 est un retour de nouvelle Lune ; 6 est un retour de premier Quartier ; 7 un retour de pleine Lune, & 8 un retour de dernier Quartier ; de sorte que dans ces Tables une nouvelle Lune est indiquée par le tems où le nombre P des années fait 1 ou 5 avec le nombre P des mois : un premier Quartier, par le tems où le nombre P des années fait 2 ou 6 avec celui des mois ; une pleine Lune, par le tems où le nombre P des années, fait 3 ou 7 avec le nombre P des mois ; enfin un dernier Quartier, par le tems où le nombre P des années fait 4 ou 8 avec le nombre P des mois.

Les nombres de la colonne P dans la Table I, indiquent

(1) Pour comprendre exactement ce que l'on entend par *Anomalie*, il faut observer que l'Orbite de la Lune, c'est-à-dire, la courbe qu'elle parcourt autour de la Terre pendant chaque mois lunaire, n'est pas un cercle exact, mais une Ellipse. D'un autre côté la Terre n'occupe pas le centre, mais un des foyers de cette Ellipse : il résulte delà que la Lune est tantôt plus près & tantôt plus loin de la Terre.

On nomme *Apogée* de la Lune sa plus grande distance à la Terre, & *Périgée* sa plus petite distance. Comme la Lune va plus vîte dans son Périgée que dans son Apogée, & que son mouvement se ralentit à mesure qu'elle s'éloigne de la Terre, il a fallu fixer un terme de comparaison pour mesurer ces inégalités. L'Anomalie a été imaginée pour cet effet ; elle se compte depuis l'Apogée ; ainsi on peut dire que l'Anomalie de la Lune est la distance de cette Planete à son Apogée : elle se compte ordinairement par signes & degrés, de l'Ouest vers l'Est ; mais dans ces Tables, l'Orbite entiere de la Lune est supposée divisée en 1000 parties qui répondent aux 12 Signes du Zodiaque : cette maniere d'estimer l'Anomalie rend le calcul plus simple & plus commode.

quelle eſt la premiere Phaſe de l'année qui a eu lieu ou qui aura lieu en Janvier de l'année correſpondante.

Par exemple, vis-à-vis de l'année 1798, on trouve 3 dans la colonne P; cela ſignifie que la premiere des Phaſes de la Lune qui auront lieu en Janvier 1798, ſera la pleine Lune, qui arrivera le premier à 7^h 22′ du ſoir environ.

219. Pour avoir toute autre Phaſe que la premiere de l'année, ajoutez enſemble les nombres qui ſont pour l'année propoſée dans la Table I (page 2) & dans la ligne trouvée pour le mois, Table II; puis avec le nombre A, qui réſulte de la ſomme des deux nombres A de chaque Table, cherchez dans la Table III (page 3) l'équation correſpondante à ce nombre, qu'il faut toujours ajouter à la ſomme des tems trouvés, pour avoir le vrai tems de la Phaſe cherchée; en obſervant, 1°. de prendre cette équation dans la partie de la Table III, qui convient à l'eſpece de Phaſe; 2°. de prendre à peu près & à la vue les parties proportionnelles; 3°. d'augmenter d'un jour les tems marqués dans les caſes des mois de Janvier & Février quand l'année ſera biſſextile.

220. Les Phaſes trouvées, comme nous venons de dire, ſont pour le Méridien de Paris, puiſque nos Tables ſont dreſſées pour cette Ville. Sous tout autre Méridien, il faut ajouter la différence des Méridiens à la Phaſe trouvée pour Paris, ſi le lieu eſt à l'Orient, & la ſouſtraire s'il eſt à l'Occident. Quelques exemples éclairciront ce que nous venons de dire, & feront mieux comprendre l'uſage de ces Tables.

221. EXEMPLE I. On demande le jour de la nouvelle Lune à Paris en Janvier 1788.

Dans la Table I (page 2) vis-à-vis de 1788, on trouve 6 jours 6^h 43′.... 27 A..1 P, ce qui ſignifie que le 6 Janvier 1788, vers 6^h 43′, comptées depuis midi ou en tems aſtronomique, la Lune ſeroit nouvelle à Paris ſi l'année étoit commune; mais comme il s'agit de Janvier dans une année biſſextile, il faut ajouter un jour au tems indiqué. Il ne reſte plus qu'à chercher dans la Table III l'équation qui convient pour une Syzygie à 27 d'Anomalie; on trouvera 17^h 1′ qu'il faut auſſi ajouter; alors la nouvelle Lune de Janvier 1788 arrivera à Paris le 7 à 23^h 44′ en tems aſtronomique, ou en tems civil, le 8 à 11^h 44′ du matin.

OPÉRATION.

OPÉRATION.

	J.	H. M.	A.	P.
Pour 1788	6	6 43	27	1
Ou à cauſe de Janvier dans une année biſſextile	7	6 43		
Equation pour les Syzygies, correſpondantes à 27 d'Anomalie . .	. .	17 1		
Donc nouvelle Lune en Janvier le .	7 à	23h 44′	en tems aſtronom.	
ou en tems civil . . . le .	8 à	11 44	du matin.	

222. EXEMPLE II. On demande le tems de la nouvelle Lune du mois de Juillet 1789 à Paris.

Dans la Table I, vis-à-vis de 1789, on trouve 3J 0h 42′... 155 A...2 P, ce qui ſignifie que la Phaſe 2 de la Lune, ou ſon premier Quartier, aura lieu le 3 Janvier 1789 à 0h 42′ en tems aſtronomique, ou du ſoir en tems civil, l'Anomalie de la Lune étant pour lors de 155.

Mais comme il s'agit de la nouvelle Lune de Juillet, ou de la Phaſe 1 ou 5, & que le premier Quartier ou Phaſe 2 répond au commencement de l'année, je cherche dans la caſe du mois de Juillet la ligne où le nombre P ajouté à 2 faſſe 1 ou 5; cette ligne eſt celle où le nombre P eſt 3, vis-à-vis de laquelle on trouve 18J 6h 8′...232 A...3 P: j'ajoute cet article à celui de 1789; la ſomme 21J 6h 50′...387 A... 5 P indique la nouvelle Lune le 21 Juillet à 6h 50′ en tems aſtronomique, à la correction près de l'Anomalie qui eſt de 387.

Je cherche donc, Table III, dans la colonne des Syzygies, l'équation qui convient à 387 d'Anomalie, je trouve 21h 7′ que j'écris ſous la ſomme, & que je lui ajoute; le réſultat donne le jour de la nouvelle Lune en Juillet 1789 le 22 à 3h 57′ du ſoir, pour le Méridien de Paris.



OPÉRATION.

	J.	H. M.	A.	P.
Pour 1789	3	0 42	155	2
Pour Juillet	18	6 8	232	3
Somme	21	6 50	387	5
Equation pour les Syzygies . .		21 7		
Nouvelle Lune en Juillet le . .	22 à	3h 57′ en tems aſtr. ou du ſoir en tems civil.		

223. On peut auſſi déterminer par la même méthode la Phaſe de la Lune la plus prochaine d'un quantieme donné : il ſuffit pour cela d'ajouter au tems de la premiere Phaſe de l'année indiquée dans la Table I, une Phaſe priſe dans la caſe du mois propoſé, de maniere que la ſomme ne différe pas de plus de 4 jours du quantieme propoſé. La ſomme des deux nombres P indiquera l'eſpece de Phaſe qu'on cherche.

Si la Phaſe trouvée de la ſorte différoit de 4 jours entiers, ou plus du jour propoſé, il faudroit calculer le tems de la Phaſe précédente ou ſuivante, ſelon que la Phaſe trouvée ſuivroit ou précéderoit le tems donné.

224. EXEMPLE. On demande la Phaſe de la Lune la plus prochaine du 20 Juillet 1804.

Dans la Table I, on trouve pour 1804, 2 jours 22^h 53′... 958 A... 4 P ; il faut actuellement chercher dans la caſe du mois de Juillet la Phaſe qui répond à un nombre de jours dont l'addition avec 2 jours 22^h 53′ approche le plus du 20 Juillet, quantieme propoſé. Je prends pour cet effet la ligne 18 jours 6^h 8′... 232 A... 3 P. La ſomme 21 jours 5^h 1′... 190 A... 7 P m'indique que le 21 Juillet vers 5^h 1′ il ſera pleine Lune ; par conſéquent la Phaſe de la Lune la plus prochaine du 20 Juillet 1804 eſt une pleine Lune. Il ne reſte plus qu'à faire la correction convenable à 190 d'Anomalie.

Opération.

	J.	H.	M.	A.	P.
Pour 1804	2	22	53 . . .	958 . . .	4
Pour Juillet	18	6	8 . . .	232 . . .	3
Somme	21	5	1 . . .	190 . . .	7
Equation pour les Syzygies . . .	1	0	35		
Pleine Lune à Paris Juillet le . .	22 à	5h	36' en tems aftr. ou du foir.		

Calcul des Marées.

225. Nous fommes en état de calculer maintenant l'heure des marées avec plus d'exactitude que nous ne l'avons fait. Nous avons dit ci-devant qu'il étoit pleine Mer dans chaque Port à la même heure tous les jours des nouvelles & pleines Lunes ; qu'on prenoit cette heure-là pour *l'Etabliffement* du Port, & que les marées retardoient d'un jour à l'autre d'environ 48 minutes d'heure ; mais toutes les obfervations nous montrent que ce retardement ne fe fait pas d'une maniere égale ; il eft beaucoup moindre vers les nouvelles & pleines Lunes que vers les Quadratures.

Cette inégalité vient de ce que la Lune n'eft pas l'unique caufe du flux & reflux, & de ce que le Soleil y a auffi part. Les deux Aftres ayant une certaine force pour foulever les eaux de la Mer, au-deffus defquelles ils paffent, il faut confidérer leur action comme réunie dans un point moyen : l'endroit le plus élevé de la Mer ne répond ni à l'un ni à l'autre des deux Aftres ; il répond entre les deux ; mais il eft plus voifin de la Lune, parce qu'elle agit avec plus de force, & il ne fait pas autant de chemin que cette derniere Planete, lorfqu'elle s'éloigne du Soleil.

La Table, page 4, marque d'une maniere plus conforme aux obfervations les retardemens des marées par rapport à l'établiffement d'un Port, en comptant depuis la Phafe de la Lune la plus prochaine du tems pour lequel on veut connoître la haute Mer.

226. Au furplus on ne doit pas croire que ce nouveau calcul s'accorde toujours parfaitement avec l'obfervation.

Les vents, ſelon leurs différentes directions, peuvent altérer conſidérablement le mouvement des marées; cependant, ſi l'on excepte quelques cas très-rares, la différence n'ira jamais gueres qu'à un quart-d'heure; au lieu qu'on peut ſouvent tomber dans une erreur de plus d'une heure en employant un retardement uniforme de 48 minutes par jour, comme on a coutume de faire.

Nous devons encore avertir que la Table dont nous nous ſervons ici n'eſt pas abſolument réguliere; il faudroit, dans la rigueur, en employer pluſieurs, à cauſe du peu de conformité qu'il y a d'une lunaiſon à l'autre dans les mouvemens de la Lune par rapport au Soleil.

227. EXEMPLE. On demande à quelle heure arrivera la haute Mer le 20 Juillet 1804 le ſoir dans la baie de Breſt.

Par les calculs expliqués ci-devant, on trouve (224) que la Phaſe de la Lune la plus prochaine du 20 Juillet 1804 eſt la pleine Lune, qui doit arriver à Paris le 22 à $5^h\ 36'$. Si on en retranche la différence des Méridiens, $27'$ dont Breſt eſt à l'Occident de Paris, il reſtera la pleine Lune à Breſt le 22 Juillet à $5^h\ 9'$ en tems aſtronomique ou du ſoir en tems civil. Le 20 Juillet ſoir eſt donc environ 2 jours avant la pleine Lune. Or, dans la Table du retardement, page 4, on trouve que pour 2 jours avant la pleine Lune il faut ajouter $10^h\ 43'$ à l'établiſſement de la baie de Breſt, qui eſt de $3^h\ 30'$, & on aura $14^h\ 13'$, ou $2^h\ 13'$ pour le tems de la haute Mer à peu près. Pour avoir l'heure avec plus de préciſion, on dira, du 20 Juillet à $2^h\ 13'$ du ſoir, au 22 Juillet à $5^h\ 9'$, il y a 2 jours $2^h\ 56'$ ou en nombres ronds 2 jours 3^h. A cet intervalle on trouve dans la Table $10^h\ 37'$ qu'il faut ajouter à $3^h\ 30'$ pour avoir $14^h\ 7'$, c'eſt-à-dire, $2^h\ 7'$ du ſoir, pour le tems de la haute Mer le 20 Juillet 1804 dans la baie de Breſt.

Trouver l'Etabliſſement d'un Port.

228. On aura recours à la même Table pour trouver l'établiſſement d'un Port, lorſqu'on y aura obſervé l'heure de la marée un certain jour: on calculera d'abord le tems de la Phaſe la plus prochaine, & on cherchera dans la Table la quantité du retardement pour le jour de l'obſervation. Il n'y aura qu'à ôter toujours ce retardement de l'heure qu'on

aura obſervée, augmentée de 12 heures s'il eſt néceſſaire, le reſte donnera l'heure de l'établiſſement que l'on cherche, c'eſt-à-dire, l'heure de la pleine Mer pour le jour de la nouvelle & pleine Lune.

229. EXEMPLE. On a obſervé la pleine Mer dans un certain Port, à $10^h\ 20'$, un demi jour avant la nouvelle Lune. On demande la ſituation de ce Port.

Si nous conſultons la Table, elle nous apprendra que le retardement pour 12 heures avant la nouvelle Lune eſt de $11^h\ 42'$, qu'il faut ſouſtraire de $10^h\ 20'$ ou de $22^h\ 20'$: le reſte $10^h\ 38'$ ſera l'établiſſement du Port où s'eſt faite l'obſervation.

TROISIEME SECTION.

Des Moyens qu'on emploie en Mer pour trouver la Latitude & la Longitude, par l'Obſervation des Aſtres.

230. NOUS avons déjà dit (93) que *la hauteur d'un Aſtre eſt l'arc d'un cercle vertical compris entre l'Aſtre & l'Horiſon* : ainſi puiſque HO (Fig. 34.) repréſente l'Horiſon, Fig. 34.
Z le zénit & ZM*n* un vertical, la hauteur d'un Aſtre, placé en A, ſera marquée par AM, & AZ, qui eſt la diſtance de l'Aſtre au zénit, en ſera le complément ; car la hauteur d'un Aſtre ſur l'Horiſon & ſa diſtance au zénit ſont toujours enſemble 90 degrés.

231. On ne peut pas dans un vaiſſeau, à cauſe de l'agitation continuelle de la Mer, employer d'inſtrumens garnis de fils à plomb pour obſerver la hauteur des Aſtres. Il eſt plus aiſé au Pilote de ſe régler ſur la ligne de niveau, que fournit la ſéparation apparente de la Mer & du Ciel, lorſqu'aucun obſtacle ne borne ſa vue. Cette ligne conduite depuis l'œil de l'obſervateur juſqu'à l'extrémité apparente de la Mer, n'eſt pas parfaitement horiſontale, elle penche un

peu du côté de la Mer, à cause de l'élévation du vaisseau; mais cette inclinaison n'est pas grande, & d'ailleurs on peut en savoir l'exacte quantité, & y avoir égard pour corriger l'observation, comme on le dira bientôt (263, &c.).

CHAPITRE PREMIER.

Des Instrumens qui sont en usage pour observer les Hauteurs des Astres.

232. LES instrumens les plus en usage à présent pour observer la hauteur en Mer, sont le *Quartier Anglois*, qu'on appelle aussi *Quart de Nonante*, & les *Quartiers de Réflexion*. Celui qu'on appelle *Arbalestrille* est tout-à-fait abandonné, & ce n'est pas sans raison, à cause du peu de précision, dont les observations auxquelles on l'emploie sont susceptibles; c'est ce qui fait que nous ne parlerons ici ni de sa construction ni de son usage.

De la Construction & de l'Usage du Quartier Anglois ou Quart de Nonante.

233. Le Quartier Anglois n'est autre chose qu'un quart de cercle, mais formé de deux arcs de rayons différens, afin de rendre l'instrument moins embarrassant & plus solide. Un de ces arcs est de 60 ou de 65 degrés, & l'autre dont le rayon est le plus grand, contient le reste à 90 degrés. La Fi-
Fig. 40. gure 40 représente cet instrument.

La forme qu'on lui donne pour rendre son assemblage plus fort, n'empêche pas que les deux arcs FG & DE n'aient également leur centre en C: le premier de ces arcs, qui n'a que 8 à 9 pouces de rayon, n'est ordinairement divisé que de degré en degré; l'arc DE dans lequel les degrés sont plus grands, parce qu'il est d'un rayon de 18 à 20 pouces, est souvent divisé de 10 minutes en 10 minutes; & il y a des lignes obliques ou transversales, qui rendent chaque minute sensible.

234. L'usage du Quartier Anglois est très-facile : on met d'abord sur un nombre de degrés exact, comme en B, une espece de pinnule ou de petit marteau, qu'on peut faire glisser le long de l'arc FG ; on tourne le dos vers le Soleil, on fait tomber l'ombre du marteau B sur le marteau C, qui est au centre, & ensuite on applique l'œil à la pinnule A, & on fait concourir l'image du Soleil formée par un verre convexe placé au milieu de l'épaisseur du marteau B, sur un petit cercle tracé pour cet usage sur le marteau C. On fait couler le marteau A sur l'arc DE, jusqu'à ce qu'on voie exactement l'Horison par sa pinnule, & par une fente ou ouverture qui est vers le milieu du marteau C.

235. On aura la hauteur du Soleil mesurée en deux parties, & en dedans des deux marteaux A & B, on verra combien il y a de degrés depuis F jusqu'en B, & combien il y en a depuis E jusqu'en A : la somme des deux nombres donnera la hauteur. S'il y a, par exemple, 30 degrés depuis F jusqu'en B, & 7° 15′ depuis E jusqu'en A, la hauteur sera de 37° 15′, & on en aura le complément ou la distance au zénit, en ajoutant ensemble les deux nombres qui sont en dehors des mêmes marteaux, depuis B jusqu'en G, & depuis A jusqu'en D.

De la Construction, de la Vérification & de l'Usage de l'Octant ou Quartier de Réflexion.

236. Le *Quartier de Réflexion* est le plus parfait des instrumens qu'on ait imaginés jusqu'ici pour la Mer. On l'appelle aussi *Octant*, parce qu'il est la huitieme partie de la circonférence du cercle ; mais il est divisé en 90 parties, & il est équivalent à un quart de cercle, à cause de la propriété commune aux miroirs qu'on fait entrer dans sa construction.

237. Ce que nous allons dire de l'Octant peut aussi s'appliquer au *Sextant*, puisque sa construction & son usage sont les mêmes. Le Sextant étant la sixieme partie du cercle, est donc divisé en 120 parties égales.

238. L'Octant a 18 à 20 pouces de rayon. Il y a sur le côté BC (Fig. 41.) une pinnule O, ou une courte lunette, Fig. 41.
à laquelle on applique l'œil. Un petit miroir de glace FN est

Fig. 41 posé sur le côté opposé AC, & situé perpendiculairement au plan de l'instrument. Cette petite glace n'est étamée que dans la partie la plus voisine de l'instrument, & l'autre moitié est sans étain ; ou bien elle est étamée dans toute sa surface, excepté en un espace vers le milieu, qui forme une espece de fente transparente, ce qui donne la facilité, lorsqu'on applique l'œil en O, de voir l'Horison au travers de cette partie transparente de la glace, en visant selon OH. L'Observateur peut, outre cela, voir en même-tems l'Horison sur la partie étamée du même miroir, parce qu'il y a une alidade ou regle mobile CD, qui tourne autour du centre C, & qui porte un autre miroir plus grand GL, lequel est aussi perpendiculaire au plan de l'instrument, & doit être parallele au petit miroir FN, lorsque la regle mobile est située sur le premier point de la graduation. Pendant que l'instrument est ainsi disposé, l'Horison qui se peint sur le grand miroir GL, se peint une seconde fois sur le petit miroir FN, le premier miroir renvoyant l'image au second, & de cette sorte l'Observateur voit comme deux Horisons exactement à côté l'un de l'autre, & ne formant qu'une seule ligne droite.

239. On place vers P quelques morceaux de verre coloré, qui, étant renfermés dans un cadre, tiennent à l'instrument par un petit bras qui a un jeu de charniere. Si l'on veut observer le Soleil, & que l'éclat de cet Astre soit trop grand, on fait tomber un de ces verres colorés sur le chemin que suivent les rayons, en allant d'un miroir à l'autre.

240. La perfection de l'Octant ou du Quartier de Réflexion, dépend presqu'entiérement du grand miroir, qui doit être parfaitement plan, & s'il est de glace, il faut que ses deux surfaces soient exactement paralleles entr'elles : le défaut de parallélisme multiplie les images apparentes du Soleil, & nuit à la précision des observations. Il faut encore que l'alidade ne souffre aucun jeu en tournant sur le centre C.

241. Mais une partie essentielle de cet instrument, lorsqu'on veut l'appliquer à d'autres observations qu'à celles du Soleil, c'est la lunette qui doit être placée en O, à la place de la pinnule. Voici les proportions qu'il convient de lui donner. Le verre objectif doit avoir 10 pouces de foyer & 25 à 30 lignes de diametre. L'oculaire, qui peut être concave ou plan concave, doit avoir 3 pouces & demi ou 4 pouces de foyer & 2 ou 3 lignes d'ouverture. La lunette doit être tellement placée, que son axe soit parallele au plan de l'instrument, & passe par le milieu de la ligne qui, sur le petit miroir FN, sépare la partie étamée de la partie transparente.

Méthode pour rendre le grand Miroir perpendiculaire au plan de l'Octant.

242. Pour rendre le grand miroir perpendiculaire au plan de l'inſtrument, il faut poſer l'Octant ſur une Table dans le ſens horiſontal, avec l'alidade vers le milieu du limbe. On place enſuite un *dé* à jouer ſur l'une des extrémités du limbe vers A, & un ſecond exactement de même hauteur, ſur l'autre extrémité vers B : enſuite l'œil étant placé vers S, & regardant le *dé* B par le bord G du grand miroir, on fera mouvoir tant ſoit peu l'alidade, juſqu'à ce que le premier *dé* A vienne ſe peindre par réflexion ſur le bord du miroir, & paroiſſe placé à côté de l'autre *dé* B vu par le rayon direct. Alors ſi les ſurfaces ſupérieures des deux *dés* ſont dans une même ligne droite, le grand miroir ſera perpendiculaire au plan de l'inſtrument : autrement il faudra le rappeller à cette poſition par le moyen des vis qui le fixent ſur l'alidade, juſqu'à ce qu'on n'apperçoive plus aucune différence dans les hauteurs des deux *dés*. Fig. 41.

Méthode pour rendre le petit Miroir perpendiculaire au plan de l'Octant.

243. Quant au petit miroir FN, il n'eſt pas moins eſſentiel de le rendre perpendiculaire au plan de l'inſtrument : pour y réuſſir, dirigez la lunette ſur quelque partie bien diſtincte du vaiſſeau : par exemple, ſur l'extrémité d'une vergue, en tenant l'inſtrument dans une ſituation verticale ; faites mouvoir enſuite l'alidade, de maniere que l'image réfléchie du même objet vienne ſe peindre dans le champ de la lunette : ſi les deux images coïncident parfaitement enſemble, ſans que l'une dépaſſe l'autre, les deux miroirs auront la même poſition par rapport au plan de l'inſtrument ; & comme l'on ſuppoſe que le grand miroir a déjà été rendu perpendiculaire à ce plan, le petit miroir lui ſera pareillement perpendiculaire ; mais ſi l'image réfléchie ne ſe confond point avec l'image directe, il faut rappeller le petit miroir à ſa vraie poſition, par le moyen des vis de ſa monture.

244. Un autre moyen de faire cette opération eſt d'em-

ployer l'Horifon de la Mer. Pour cela, on tiendra d'abord l'inftrument dans une fituation verticale, & l'on fera tomber exactement l'une fur l'autre les deux images de l'Horifon ; enfuite on inclinera l'inftrument de maniere à lui donner une pofition prefque horifontale ; & fi dans cet état les deux images paroiffent encore confondues, on fera affuré que les miroirs font paralleles, & qu'ils ont par conféquent la même pofition par rapport au plan de l'inftrument : mais fi les images fe féparent, on rappellera le petit miroir, comme nous l'avons dit ci-deffus.

245. On peut encore faire cette rectification par le moyen du Soleil (*), de la Lune ou d'une Etoile. Dans ce cas il faut tenir l'Octant verticalement & regardant l'Aftre, on fait mouvoir l'alidade un peu en-deçà & au-delà du point zéro de la divifion. Alors fi la pofition des deux miroirs à l'égard du plan de l'inftrument eft parfaitement la même, l'image de l'objet réfléchi du grand miroir fur le petit, paroîtra paffer fur l'objet vu directement au travers de la partie non étamée, & pourra le couvrir exactement. S'il y a quelque différence dans ces pofitions, l'image paffera à droite ou à gauche de l'objet. Il faudra donc redreffer le petit miroir comme on l'a dit.

Au refte, il n'eft pas néceffaire de mettre dans ces opérations l'exactitude la plus fcrupuleufe ; pourvu que la différence d'inclinaifon des deux miroirs n'excede pas 3 ou 4 minutes, les réfultats des obfervations feront fuffifamment exactes.

De la Rectification ou Vérification de l'Inftrument.

Fig. 41. 246. Lorfqu'on s'eft affuré que les deux miroirs de l'Octant font bien perpendiculaires au plan de l'inftrument, il ne s'agit plus, pour s'en fervir, que de rendre le petit miroir FN parallele au grand, lorfque l'index de l'alidade eft fur le premier point de la graduation. C'eft ce que les Marins ap-

(*) Quand on fait ufage du Soleil, il faut mettre un verre noir entre l'œil & l'oculaire de la lunette, ou à la pinnule O. On peut auffi le placer vers K, derriere le petit miroir FN.

pellent ordinairement *la Rectification* ou *la Vérification* de l'Octant.

247. Cette opération se fait le plus souvent par le moyen de l'Horison de la Mer. Pour cela, après avoir fixé l'alidade sur le point zéro de la graduation, on tient l'instrument dans une position verticale, & on observe si l'image réfléchie de l'Horison, vue dans la partie étamée du petit miroir, coïncide ou est en ligne droite avec l'image directe vue à travers sa partie transparente. Si cela est, c'est une preuve que les deux miroirs sont paralleles; car l'alidade ou regle mobile CD étant sur le premier point I des divisions de l'instrument, lorsque l'Observateur voit les deux Horisons convenir dans une seule & même ligne droite, c'est une marque que les deux miroirs FN & GL sont bien disposés; ils sont donc alors exactement paralleles. La perfection de la construction de l'instrument est cause qu'on s'apperçoit de la moindre irrégularité dans leur situation.

Mais si la coïncidence parfaite n'a pas lieu, on l'obtiendra en tournant de côté ou d'autre la queue de cuivre qui est par derriere le petit miroir, jusqu'à ce que les deux Horisons se réunissent & n'en fassent qu'un seul. Ensuite on la fixera par le moyen du bouton à vis placé à cet effet.

248. Cette opération sera plus exacte, si au lieu de l'Horison on emploie le Soleil, la Lune ou une Etoile brillante, & qu'on fasse de même coïncider les deux images d'un de ces Astres.

Déterminer le point du Limbe où les Miroirs sont paralleles, & par conséquent l'Erreur de l'Instrument.

249. La rectification dont nous venons de parler est la plus importante de toutes, elle doit toujours être faite chaque fois qu'on observe. Mais comme souvent on ne peut pas la faire immédiatement avant l'observation; dans ce cas les Observateurs les plus exacts préferent de trouver l'erreur qu'elle produit pour en tenir compte dans le calcul. Alors ils cherchent le point du Limbe où doit répondre l'index de l'alidade pour que les miroirs soient paralleles; & la différence entre ce point & le point zéro de la graduation leur donne l'erreur de l'instru-

ment ; de forte que si l'index de l'alidade marque 2 ou 3 minutes, lorsqu'il devroit marquer zéro, il n'y aura qu'à se ressouvenir que l'instrument *donne trop*, & il suffira ensuite d'ôter 2 ou 3 minutes de toutes les hauteurs ou de tous les angles qu'il fournira. Mais si l'index se trouve en dehors des divisions, & qu'au lieu de marquer zéro il marque 2 ou 3 minutes en sens contraire vers B, lorsque l'objet vu directement selon OH & l'objet vu par une double réflexion, conviennent parfaitement, il faudra se ressouvenir que l'instrument *donne trop peu*, & dans ce cas, il faudra ajouter 2 ou 3 minutes à toutes les observations qu'on fera pendant que l'instrument sera dans ce même état.

250. Pour trouver le point du Limbe où les miroirs sont paralleles, on dirige la vue sur l'Horison, l'instrument étant dans une situation verticale ; on fait ensuite mouvoir l'alidade jusqu'à ce que l'image réfléchie de l'Horison coïncide avec l'image directe, & alors l'index de l'alidade marque sur le Limbe de l'Octant le point de graduation qui répond au parallélisme des miroirs ; & duquel par conséquent il faut compter toutes les distances ou tous les angles qu'on voudra déterminer par l'instrument.

251. Une autre méthode plus exacte de trouver ce point, est l'observation que l'on fait par le diametre du Soleil : en voici le procédé. Après avoir mis un verre noir entre l'œil & l'oculaire pour affoiblir la lumiere du Soleil, on dirige la lunette sur cet Astre, & l'on fait coïncider les bords des deux images du disque, d'abord d'un côté, ensuite de l'autre : on écrit à chaque observation les degrés & minutes marqués par l'index, & le milieu entre les deux résultats donne le vrai point du parallélisme des miroirs.

252. Les méthodes que nous venons de donner ne peuvent guere être d'usage que pendant le jour : durant la nuit, on peut se servir de la Lune, ou choisir quelqu'Etoile brillante & faire coïncider les deux images ; mais comme le point de coïncidence parfaite d'une Etoile est bien difficile à déterminer, on peut y remédier en donnant au petit miroir une inclinaison telle que les deux images ne puissent s'approcher qu'à 3 ou 4 minutes de distance l'une de l'autre ; ensuite on estimera le point où les deux images paroîtront être à la même hauteur (l'instrument étant supposé vertical) ce point sera celui du parallélisme des miroirs.

253. La différence entre le point du Limbe où les miroirs ſont paralleles & le point zéro de la graduation eſt ce qu'on appèlle *l'erreur de l'inſtrument.*

Obſerver la Hauteur par devant avec l'Octant.

254. L'Octant étant rectifié, comme nous venons de le dire, on le tiendra l'arc en bas, le plus verticalement que l'on pourra. On placera enſuite l'œil à la lunette ou pinnule O; & regardant l'Horiſon à travers de la glace FN, dans l'endroit qui répond à peu près au-deſſous du Soleil ou d'un autre Aſtre, dont on voudra obſerver la hauteur, on fera avancer l'alidade ſur le Limbe, & par le moyen de ce mouvement l'image réfléchie viendra ſe joindre à l'Horiſon vu à travers le petit miroir FN. La hauteur de l'Aſtre ſe trouvera par le nombre des degrés marqués par l'alidade depuis le commencement de la diviſion en I juſqu'à l'alidade en D, & la diſtance au zénit, qui eſt ſon complément, ſe compte au contraire depuis A juſqu'en D.

255. Si on veut prendre hauteur aux Etoiles, la meilleure maniere eſt de regarder d'abord l'Etoile directement par la partie tranſparente du petit miroir, l'alidade étant ſur le point zéro de la diviſion; enſuite il faut avancer l'alidade ſans perdre l'Etoile de vue, & la conduire par ce mouvement à l'Horiſon: cette précaution paroît néceſſaire, tant à cauſe de l'obſcurité, que pour ne pas prendre une Etoile pour l'autre. Pour mieux voir l'Horiſon on ſe ſert des Etoiles qui paſſent au Méridien pendant le crépuſcule, ou on profite du clair de Lune, ce qui rend l'obſervation plus préciſe.

Prendre Hauteur par derriere avec l'Octant.

256. On trouve dans la plupart des Quartiers de Réflexion une pinnule V, attachée au côté AC de l'inſtrument, à laquelle on applique l'œil, lorſqu'on veut prendre hauteur par derriere. Un petit miroir ayant une fente tranſparente vers le milieu, eſt placé en QR, non pas dans une ſituation parallele comme FN, mais dans une ſituation perpendiculaire à celle que prend le grand miroir GL, lorſque l'alidade CD répond au premier point de la graduation I. On viſe à l'Horiſon par la ligne VH, au travers de la partie tranſparente du Fig. 41.

miroir QR, & on tire l'alidade CD à soi, jusqu'à ce que l'Astre se peigne sur ce miroir, & réponde exactement en T à côté de l'Horison. On aura ensuite la hauteur depuis I jusqu'en D, comme dans l'autre maniere d'observer, & le complément depuis A jusqu'en D.

257. Si c'est une Etoile dont on veut prendre la hauteur par derriere, il faut, avant de l'observer, connoître cette hauteur à peu près; autrement il seroit très-difficile de trouver son image réfléchie. Alors on met l'alidade sur la hauteur supposée, & tenant l'Octant dans une situation verticale, on dirige la vue à la partie de l'Horison opposée à l'Etoile.

258. Une autre maniere qui se pratique quelquefois, surtout lorsque l'Horison est bien net, est de viser directement à l'Etoile par la partie transparente du miroir QR, & on tire l'alidade à soi, jusqu'à ce que l'Horison réfléchi vienne toucher l'Astre. Dans l'un & l'autre cas, la hauteur est indiquée comme ci-devant par l'arc ID.

259. La *vérification* de l'instrument se fait aussi à peu près comme dans l'autre observation; mais elle est un peu plus difficile. Lorsqu'on met l'alidade D sur le premier point des divisions, on voit deux points opposés de l'Horison réunis en même-tems en T, supposé que l'instrument ne soit sujet à aucune erreur : l'Horison vu par la partie transparente du miroir QR est le direct, & l'Horison réfléchi sur la partie étamée du même miroir est celui qui est derriere l'Observateur. Cette seconde image est renversée, c'est-à-dire, que la Mer paroît en haut & le Ciel en bas, & c'est la même chose lorsqu'on observe l'Astre, son bord supérieur en apparence est réellement le bord inférieur. Ce renversement des objets est produit par la situation qu'ont les deux miroirs l'un par rapport à l'autre. Pour revenir à l'opération de la vérification, il faut remarquer que si les deux points de l'Horison qu'on découvre étoient exactement à l'opposite l'un de l'autre, & sur la même ligne droite, qui passe par l'œil de l'Observateur, il faudroit, pour que l'instrument fût rectifié, voir ces deux Horisons dans le même point T, l'alidade marquant exactement zéro sur la graduation. Mais les deux lignes tirées de l'Observateur aux deux points opposés de l'Horison, ne forment pas ensemble une seule ligne droite, elles sont chacune inclinées au-dessous de l'Horison réel de la même quantité, & qui est proportionnée à l'élévation de l'œil de l'Observateur au-dessus du niveau de la Mer. Lorsqu'on voit donc les deux Horisons réunis dans un même point T, il ne suffit pas, pour que l'Octant soit bien disposé, que l'alidade marque zéro sur les divisions,

Fig. 41.

mais qu'elle se trouve reculée vers B, ou au-dessous de zéro, du double de l'inclinaison de l'Horison.

260. Supposez que l'œil soit élevé de 15 pieds au-dessus du niveau de la Mer, l'Horison sera incliné de 4 minutes; ainsi pour que les miroirs soient bien situés, il faudra que l'alidade marque 8 minutes vers B, ou au-dessous de zéro. Si elle ne marquoit pas tout-à-fait cette quantité, ce seroit une preuve que l'instrument augmente un peu les hauteurs ou qu'il *donne trop*. Il donneroit trop, par exemple, de 3 minutes, si pendant la vérification l'alidade ne marquoit que 5 minutes au-dessous de zéro, au lieu de marquer 8. Si au contraire l'alidade se trouve arrêtée sur 10 ou 12 minutes, l'instrument diminue trop les hauteurs & il donne *trop peu* de 2 ou de 4 minutes. C'est effectivement diminuer trop les hauteurs, que de faire paroître un objet encore plus bas qu'il ne l'est réellement. L'erreur une fois trouvée est la même dans toutes les autres observations, quoique l'objet soit plus ou moins haut, pourvu que l'instrument ne change point d'état, ou qu'on n'y touche qu'avec précaution.

Il résulte de ces opérations qu'il est très-difficile & par conséquent peu sûr de prendre hauteur par derriere avec le Quartier de Réflexion ordinaire; on ne doit donc avoir recours à ce moyen que quand on ne peut faire autrement.

REMARQUE. Dans l'usage de ces instrumens ceux qui ont la vue courte doivent, pour voir distinctement l'Horison de la Mer & l'image du Soleil, mettre entre leur œil & la pinnule ou visiere un verre concave d'un foyer propre à leur vue.

Prendre Hauteur sur Terre avec l'Octant par réflexion dans un fluide.

261. On peut aussi, étant à terre, prendre hauteur avec l'Octant, par réflexion dans un vase rempli d'un fluide quelconque. Pour cela on place l'œil à la pinnule ou lunette O, & Fig. 41.
on fait mouvoir l'alidade jusqu'à ce que l'image réfléchie par les miroirs coïncide parfaitement avec l'image réfléchie par le fluide. Alors l'Octant marquera le double de la hauteur de l'Astre.

CHAPITRE II.

Des Corrections qu'il faut faire à la Hauteur observée des Astres, pour avoir la Hauteur véritable.

262. LES instrumens dont nous venons de parler, & de plus parfaits même qu'on pourroit inventer dans la suite, ne feront jamais connoître que la hauteur apparente d'un Astre, & l'on a besoin de connoître sa hauteur réelle.

PREMIERE CORRECTION.

De l'Inclinaison de l'Horison de la Mer.

263. La premiere cause qui fait différer la hauteur réelle d'un Astre de la hauteur trouvée par l'instrument, est la *dépression* ou *l'inclinaison* du rayon visuel de l'Observateur au plan de l'Horison : car lorsqu'on est élevé au-dessus de la Mer, & qu'on regarde son extrémité apparente, le rayon visuel n'est pas de niveau, il est plus ou moins incliné du côté de la Mer, selon qu'on est plus ou moins élevé.

Fig. 42. Si, par exemple, l'arc ABD (Fig. 42.) représente une partie de la circonférence de la Terre, & qu'un Observateur soit situé en O, & élevé de la quantité BO au-dessus de la surface de la Mer, il n'y a qu'à tirer du point O la tangente OE qui touche la circonférence du cercle en E, cette tangente représentera l'Horison de la Mer, de sorte que ce sera au-dessus de cette ligne que l'Observateur prendra la hauteur des Astres, faute de pouvoir prendre immédiatement au-dessus de la ligne HOR, qui est parfaitement de niveau : l'Observateur se trompera donc de l'angle HOE, dont l'Horison visuel est incliné.

264. Si l'on observe l'Astre F par devant, on aura l'arc EF pour sa hauteur observée, plus grande que la vraie HF de la quantité EH, dont l'Horison de la Mer s'incline ou s'abaisse ; il

il faut donc dans ce cas retrancher de la hauteur obſervée l'incllnaiſon de l'Horiſon viſuel.

265. Mais ſi on prend hauteur par derriere ou en tournant le dos à l'Aſtre G, on aura GI pour hauteur obſervée, tandis que la hauteur réelle eſt l'arc GR; il faudra donc alors ajouter l'inclinaiſon de l'Horiſon de la Mer à la hauteur trouvée par l'inſtrument.

266. Ainſi, *lorſqu'on obſerve par devant ou qu'on regarde l'Aſtre en face, il faut toujours retrancher l'inclinaiſon de l'Horiſon viſuel, de la hauteur obſervée, ou, ce qui revient au même, ajouter cette inclinaiſon à la diſtance de l'Aſtre au zénit.*

267. *Au contraire, quand on prend hauteur par derriere, il faut toujours ajouter l'inclinaiſon de l'Horiſon à la hauteur obſervée, ou, ce qui revient au même, il faut retrancher cette inclinaiſon de la diſtance de l'Aſtre au zénit.*

268. Si on trouve, par exemple, en obſervant par devant, que la hauteur d'un Aſtre eſt de 28° 30', & qu'on ſoit élevé de 24 pieds au-deſſus de la Mer, on trouvera dans la petite Table, page 5, qu'il faut retrancher 5 minutes pour l'inclinaiſon de l'Horiſon; ainſi on aura 28° 25' pour la hauteur vraie de l'Aſtre, & 61° 35' pour le complément ou pour la diſtance de l'Aſtre au zénit.

SECONDE CORRECTION.

De la Réfraction Aſtronomique.

269. La ſeconde cauſe qui altére la vraie hauteur d'un Aſtre eſt la *Réfraction*, qui le fait toujours paroître plus élevé qu'il n'eſt réellement.

Placez un objet au fond d'un vaſe de maniere que les bords du vaſe vous empêchent de voir l'objet; faites verſer de l'eau dans le vaſe, vous commencerez à voir l'objet qui vous étoit auparavant caché. La cauſe de ce phénomene eſt que les rayons de lumiere entrant d'un fluide moins denſe ou moins réſiſtant dans un autre qui réſiſte davantage, ſe rompent en quelque ſorte, c'eſt-à-dire, ſe détournent de leur droit chemin pour s'approcher de la perpendiculaire : c'eſt donc ce qui doit arriver aux rayons de lumiere qui nous viennent des Aſtres. Ils

traverſent un immenſe fluide extrêmement rare, & entrent enſuite dans notre Atmoſphere qui eſt épais, ils s'écartent du chemin qu'ils avoient tenu juſqu'alors, s'inclinent vers la Terre, & par ce détour doivent nous faire juger l'Aſtre plus élevé qu'il ne l'eſt réellement.

270. La réfraction éleve donc les Aſtres en apparence, & on ſait, par une infinité d'obſervations certaines, que lorſqu'ils nous paroiſſent à l'Horiſon, ils ſont réellement environ 33 minutes au-deſſous. Lorſque le Soleil ou la Lune ſe leve ou ſe couche, la partie inférieure de ces Aſtres ſouffre plus de réfraction que le haut, ou paroît plus élevée à proportion ; & c'eſt ce qui eſt cauſe que ces Aſtres prennent alors à notre vue une forme ovale.

271. Dans les Régions où l'air eſt plus denſe, les réfractions doivent y être un peu plus fortes, & elles ſont auſſi, toutes choſes d'ailleurs égales, un peu plus grandes en Hiver qu'en Eté. On peut, dans l'uſage de la Navigation, n'avoir point égard à cette différence, & ſe ſervir toujours de la petite Table qu'on trouve à la fin de ce Traité, page 5.

Puiſque la réfraction éleve l'Aſtre en apparence, il faut donc toujours la retrancher de la hauteur obſervée, ou bien l'ajouter à la diſtance de l'Aſtre au zénit.

TROISIEME CORRECTION.

Du demi-Diametre du Soleil.

272. Lorſqu'on ſe ſert du Quartier Anglois, où l'image du Soleil, formée par un verre, s'ajuſte dans un petit cercle décrit ſur le marteau du centre, l'obſervation que l'on fait donne la hauteur du centre du Soleil, & alors on n'a pas beſoin de cette troiſieme correction ; mais lorſqu'on ſe ſert de l'Octant ou Quartier de Réflexion, & que l'on aime mieux faire toucher le bord de l'image du Soleil par l'Horiſon de la Mer, que de mettre par eſtime le centre du Soleil ſur cet Horiſon, alors il faut corriger ſon obſervation par le demi-diametre du Soleil : on en trouve une Table parmi celles qui ſont à la fin de ce Traité (page 5) ; mais on peut, ſans erreur ſenſible, employer le demi-diametre du

Soleil toujours de 16 minutes justes pendant toute l'année.

273. *Lorsqu'on a observé le bord inférieur du Soleil, il faut ajouter son demi-diametre à la hauteur, ou bien le retrancher de la distance au zénit: si au contraire on observe le bord supérieur de cet Astre, il faut alors retrancher son demi-diametre de la hauteur observée, ou bien l'ajouter à la distance au zénit.*

274. *La correction se fait en sens contraire, quand on prend hauteur par derriere avec l'Octant*, puisque, comme on l'a dit (259), le bord supérieur en apparence est réellement le bord inférieur.

275. Il suit de ce que nous venons de dire, que pour avoir la hauteur ou la distance vraie d'un Astre au zénit, il peut y avoir trois corrections à faire aux observations du Soleil, & deux seulement à celles des Etoiles; ce qui peut s'énoncer ainsi:

Connoissant la Hauteur ou la distance observée d'un Astre au Zénit, avec l'élévation de l'œil de l'Observateur au-dessus du niveau de la Mer; trouver la Hauteur ou la distance vraie de cet Astre au Zénit.

276. Exemple. Dans le courant du mois de Janvier, en regardant le Soleil en face, on a observé son bord inférieur élevé sur l'Horison de 10° 4', ayant l'œil 15 pieds au-dessus de la surface de la Mer. On demande la hauteur vraie du centre de cet Astre.

Opération.

Haut., Observ. par devant, du bord infér. du Soleil . .	10° 4', 0
Inclinaison de l'Horis. pour 15 pieds d'élévation. . . .	— 4, 0
Hauteur apparente du bord inférieur	10° 0', 0
Réfraction pour 10° de hauteur	— 5, 6
Hauteur vraie du bord inférieur	9° 54', 4
Demi-diametre du Soleil en Janvier	+ 16, 3
Hauteur vraie du centre du Soleil	10° 10', 7

CHAPITRE III.

Explication & usage des Tables de la Déclinaison du Soleil.

(Voy. N°. 121 & suiv.)

277. Le concours des années communes & bissextiles, dont on a parlé N°. 171 & suiv., nous met dans une espece de nécessité d'avoir des Tables de déclinaison, pour quatre années consécutives. Celles que nous donnons à la fin de ce Volume, page 6 & suivantes, sont calculées pour le midi de chaque jour, au Méridien de Paris. Le dernier chiffre à droite, qui est séparé par une virgule, indique des dixiemes de minutes.

Il est fort commode d'exprimer les fractions de minutes de degrés par des *Décimales*, c'est-à-dire, par des dixiemes. Pour cela on suppose que la minute de degré est divisée en 10 parties égales (dont chacune vaut par conséquent 6 secondes), cette subdivision étant suffisante, eu égard aux instrumens dont on se sert en Mer pour observer, lesquels donnent tout au plus la minute de degré. Par exemple, $18^{\circ}\, 23',7$ est l'expression de 18 degrés 23 minutes & 7 dixiemes : le calcul n'en est pas plus embarrassant, il est précisément le même que si le degré étoit divisé, non en 60 minutes, mais en 600 : de sorte que l'expression précédente équivaut à celle-ci $18^{\circ}\, \frac{237}{600}$.

278. L'usage de ces Tables est fort simple, s'il s'agit de chercher la déclinaison du Soleil pour midi d'un jour quelconque au Méridien de Paris; car il n'y a qu'à prendre le nombre qui répond au-dessous du mois proposé, vis-à-vis du jour donné.

Si, par exemple, on demande la déclinaison du Soleil à Paris le 19 Avril 1790 à midi, on prendra le nombre qui est sous le mois d'Avril vis-à-vis du 19, & on trouvera $11^{\circ}\, 20',2$; c'est la déclinaison cherchée, laquelle est du côté du Nord.

Trouver la Déclinaiſon du Soleil à Paris, pour une certaine heure du matin ou du ſoir.

279. Nous avons déjà vu (124), que la déclinaiſon du Soleil va en augmentant depuis un Equinoxe juſqu'au Solſtice ſuivant, & va au contraire en diminuant depuis un Solſtice juſqu'à un Equinoxe. Outre cela, elle ne change pas toujours également, elle ſouffre un changement d'environ 24 minutes d'un jour à l'autre vers les Equinoxes, au lieu qu'elle change d'une maniere preſqu'inſenſible vers les Solſtices; la partie de l'Ecliptique que le Soleil décrit alors, & qui eſt voiſine des Tropiques, étant preſque parallele à l'Equateur.

280. Puiſque les Tables nous apprennent la différence pour 24 heures ou pour un jour, il nous ſuffit toujours de faire une regle de Trois, pour trouver combien la déclinaiſon doit être plus petite ou plus grande à l'heure propoſée qu'au midi précédent. Il ne reſtera plus enſuite qu'à ajouter ce changement, ou le retrancher, ſelon que la déclinaiſon va en augmentant ou en diminuant. Pour cela:

281. 1°. *On réduira* (156) *le tems civil donné en tems aſtronomique.* 2°. *On prendra la différence en déclinaiſon entre le midi qui précede l'inſtant propoſé & le midi qui le ſuit.* 3°. *On dira 24 heures, ſont au mouvement diurne du Soleil en déclinaiſon*, c'eſt-à-dire au changement de déclinaiſon d'un jour à l'autre; *comme l'heure donnée comptée en tems aſtronomique, eſt à la partie proportionnelle qui convient à ce tems*, ou bien on aura recours à la Table page 14 & ſuivantes. *Il faut ajouter cette partie proportionnelle à la déclinaiſon du midi précédent, ſi elle va en augmentant, ou l'en retrancher ſi elle va en diminuant.*

282. Ce qui précede ſuppoſe que les deux déclinaiſons ſont de même dénomination, toutes deux Nord ou toutes deux Sud: mais *ſi l'inſtant propoſé tomboit entre deux jours, dont l'un précédât & l'autre ſuivît l'Equinoxe, c'eſt-à-dire, qu'une des déclinaiſons fût Nord & l'autre Sud, il faudroit alors les ajouter enſemble pour avoir le changement du Soleil en déclinaiſon en 24 heures ou le mouvement diurne. En-*

ſuite on cherchera la partie proportionnelle, qui convient à l'heure donnée, comme au N°. précédent : puis on prendra la différence entre la partie proportionnelle & la déclinaiſon du midi précédent ; le reſte donnera la déclinaiſon cherchée, qui ſera encore du côté de celle du premier midi, ſi la partie proportionnelle eſt la plus petite, ſinon elle ſera du côté contraire, c'eſt à-dire, qu'elle ſera du côté de la déclinaiſon du ſecond midi, ſi la partie proportionnelle eſt plus forte que la déclinaiſon du midi précédent.

283. EXEMPLE. On demande la déclinaiſon du Soleil pour Paris le 18 Avril 1789, à 8 heures du ſoir.

L'inſtant propoſé étant au ſoir, le tems aſtronomique ſera auſſi le 18 Avril à 8 heures. Je prends donc la différence en déclinaiſon entre le midi du 18 & le midi du 19 Avril, & je trouve 20 minutes 7 dixiemes, dont la déclinaiſon augmente en 24 heures ; ainſi, pour 8 heures elle doit augmenter à proportion de 6 minutes 9 dixiemes. Il faut donc ajouter 6', 9 à la déclinaiſon du 18 Avril à midi 11° 4', 3, & on aura 11° 11', 2 pour la déclinaiſon cherchée à 8 heures du ſoir. On trouve les 6', 9 d'augmentation par cette regle de trois : ſi 24 heures font changer la déclinaiſon de 20', 7, quel changement doivent produire 8 heures ? Il vient au quatrieme terme 6', 9. On trouve la même choſe par la Table des parties proportionnelles. (Voyez page 17du recueil.)

OPÉRATION.

Tems aſtronomique à Paris le 18 Avril 1789, à 8 h.

Déclinaiſon du Soleil le 18 Avril 1789, à midi . . .	11°	4', 3 N
Déclinaiſon du Soleil le 19 . . . . à midi . . .	11	25', 0
Mouvement diurne en déclinaiſon.	+	20', 7
Partie proportionnelle pour 8h	+	6, 9
Déclinaiſon du Soleil le 18 Avril 1789, à midi . .	11	4, 3 N
Déclinaiſon cherchée pour le 18, à 8h	11°	11', 2 N

Trouver la Déclinaiſon du Soleil, pour les endroits qui ſont à l'Orient ou à l'Occident du Méridien de Paris.

284. Nos Tables ſont calculées pour l'inſtant de midi à Paris ; mais ſi on eſt ſur un autre Méridien vers l'Orient ou vers l'Occident, lorſqu'on y aura midi, il ſera une autre heure à Paris ; ainſi il faudra néceſſairement faire une réduction aux Tables, pour pouvoir s'en ſervir. Si l'on eſt à l'Orient, on aura midi plutôt, & on l'aura au contraire plus tard ſi l'on eſt à l'Occident. (162 & ſuiv.)

285. En général pour faire cette réduction, il faut 1°. trouver (164 & 165) quelle heure il eſt à Paris dans le tems pour lequel on demande la déclinaiſon. 2°. Chercher pour cette heure la déclinaiſon pour Paris (281 & ſuiv.) Ce ſera celle qu'on demande dans le lieu propoſé.

286. EXEMPLE. Je ſuppoſe qu'on ſoit par 120 degrés de longitude Orientale du Méridien de Paris, & qu'on demande la déclinaiſon du Soleil pour le 12 Avril 1789, à midi.

On remarquera d'abord que 120 degrés valent 8 heures. Ainſi lorſqu'on aura midi, le Soleil ſera moins avancé pour Paris de cette quantité ; il ne ſera donc que 4 heures du matin dans cette Ville, & il ne reſtera plus qu'à chercher, par le moyen de nos Tables, la déclinaiſon pour le 12 Avril à 4 heures du matin tems civil, ou le 11 à 16 heures tems aſtronomique; en faiſant l'opération comme ci-devant (283), on trouvera 8° 49', 2 N : c'eſt la déclinaiſon pour Paris le 12 Avril 1789 à 4 heures du matin, ou pour midi dans l'endroit propoſé.

Moyen de prolonger les Tables de la Déclinaiſon du Soleil, ou de les faire ſervir pour des Années poſtérieures.

287. Une Table de la déclinaiſon du Soleil peut ſervir de 4 ans en 4 ans, à cauſe de l'égalité ſenſible qu'il y a entre la longueur de quatre de nos années & 4 révolutions du Soleil autour de l'Ecliptique. Notre premiere Table eſt calculée pour 1788; elle peut ſervir derechef pour 1792 & 1796 ; cepen-

dant il faut y appliquer une petite correction pour les années postérieures, parce que le Soleil n'est pas tout-à-fait quatre ans à revenir au même point de l'Ecliptique. Il y revient 45 minutes plutôt, comme nous l'avons vu ci-devant (175); & il suit delà qu'au bout de 4 de nos années, le Soleil doit avoir un peu plus de déclinaison qu'il n'en avoit, si la déclinaison va en augmentant, & qu'il doit en avoir au contraire un peu moins, si la déclinaison va en diminuant. Ainsi pour avoir la différence, il suffira de prendre le mouvement du Soleil en déclinaison pour autant de fois 45 minutes, qu'il y aura de fois 4 ans entre l'année proposée & celle pour laquelle la Table est calculée.

288. On aura aussi cette différence en remarquant que 45 minutes sont la 32e partie d'un jour: on regarde donc combien il y a de changement en déclinaison d'un jour à l'autre, & on en prend la 32e partie, qu'on ajoute au nombre de la Table si la déclinaison va en augmentant, & qu'on soustrait au contraire si la déclinaison diminue.

Supposant que l'année proposée, au lieu de n'être éloignée que de 4 ans de celle de la Table, en fût éloignée de 8 ou de 12, &c. il faudroit prendre 2 ou 3 fois la 32e partie, &c. Ces regles peuvent servir jusqu'en 1800; le retranchement de la bissextile obligeant alors de dresser de nouvelles Tables, ou de faire quelques changemens à celles que nous donnons.

289. EXEMPLE. On demande la déclinaison du Soleil pour midi à Paris, le 12 Novembre 1798.

L'année proposée étant une seconde après la bissextile, je cherche dans la Table calculée pour 1790, dont l'intervalle est de 8 ans ou de 2 fois 4 ans, qui répondent à 2 fois 45 minutes $= 1^h\ 30'$. Je prends donc le mouvement diurne du Soleil en déclinaison du 12 au 13 Novembre, qui est de $16',0$, ainsi pour $1^h\ 30'$ je trouve $1',0$, qu'il faut ajouter à $17°\ 51',2$, déclinaison marquée dans la Table pour le 12 Novembre 1790 à midi; ce qui donne $17°\ 52',2$ pour la déclinaison cherchée en 1798: il faut ajouter cette petite correction, parce que la déclinaison du 12 au 13 va alors en augmentant.

On trouve aussi la même chose en prenant 2 fois la 32e partie du changemeut en déclinaison d'un jour à l'autre: car si on multiplie par 2 le mouvement diurne $16',0$, le produit $32',0$ étant divisé par 32, donne comme ci-dessus $1',0$.

CHAPITRE IV.

Explication & uſage des Tables de l'Aſcenſion droite du Soleil.

(Voy. N°. 125 & ſuiv.)

290. L'ASCENSION droite du Soleil en tems eſt abſolument néceſſaire pour un grand nombre de calculs intéreſſans. Les Tables qui ſont à la fin de ce volume (page 18 & ſuiv.) ont été dreſſées pour le midi de chaque jour au Méridien de Paris. La premiere eſt calculée pour l'année biſſextile 1788 ; mais elle peut ſervir pour les années poſtérieures 1792 & 1796, en ajoutant à ſes nombres 7 ſecondes $\frac{1}{2}$ ou ſimplement 7" pour quatre ans, & 15 ſecondes pour 8 ans. Il en eſt de même des trois autres Tables, c'eſt-à-dire, qu'il faut ajouter aux nombres qu'elles marquent, autant de fois 7 ſecondes $\frac{1}{2}$ qu'il y aura de fois 4 ans. Cette regle ne peut ſervir que juſqu'en 1800, pour les raiſons alléguées ci-devant (288).

Trouver l'Aſcenſion droite du Soleil à Paris, pour une certaine heure du matin ou du ſoir.

291. 1o. *On prendra la différence en aſcenſion droite, entre le midi qui précede l'inſtant propoſé & le midi qui le ſuit.* 2°. *On dira, 24 heures, ſont au mouvement diurne du Soleil en aſcenſion droite; comme l'heure donnée comptée en tems aſtronomique, eſt à la partie proportionnelle, qu'il faut toujours ajouter à l'aſcenſion droite du midi précédent* (1).

292. EXEMPLE. On demande l'aſcenſion droite du Soleil pour Paris le 16 Avril 1789, à 8 heures du ſoir.

Je trouve dans la Table, page 20, que l'aſcenſion droite le 16 Avril à midi eſt de $1^h\,39'\,44''$, & le 17 de $1^h\,43'\,26''$:

(1) Il y a une Table fort commode pour trouver cette partie proportionnelle, dans le recueil des Tables des Leç. de Navigation.

elle augmente donc en 24 heures de 3′ 42″ ; ainsi à proportion elle augmentera de 1′ 14″ pour 8 heures : ajoutant donc 1′ 14″ à 1h 39′ 44″, on aura 1h 40′ 58″ pour l'ascension droite du Soleil le 16 Avril 1789, à 8 heures du soir.

293. Si on veut avoir l'ascension droite du Soleil pour un lieu qui est à l'Orient ou à l'Occident de Paris, il faudra chercher (164 & 165), quelle heure on compte pour lors dans cette Ville, & opérer ensuite comme ci-dessus.

CHAPITRE V.

Du calcul du passage des Etoiles au Méridien, & du moyen de les reconnoître.

294. Le calcul du passage des Etoiles au Méridien est fort important, lorsqu'on veut se servir des Etoiles sur Mer, à la place du Soleil, que les nuages & les brumes cachent souvent pendant le jour : or ce calcul est fort aisé, car la différence entre l'ascension droite du Soleil en tems & celle d'une Etoile, donne la différence des passages de ces deux Astres au Méridien, de sorteque *pour trouver l'heure du passage d'une Etoile au Méridien, il faut toujours retrancher l'ascension droite du Soleil,* au tems proposé, *de celle de l'Etoile (augmentée de 24 heures, si elle se trouve plus petite); le reste, s'il est au-dessous de 12 heures, donnera l'heure du passage de l'Etoile au Méridien le soir du même jour, & le lendemain matin s'il excede 12.*

295. EXEMPLE. L'ascension droite du Soleil étant de 3h 15′, & celle d'une Etoile, de 10h 30′. On demande l'heure de son passage au Méridien.

En retranchant l'ascension droite du Soleil 3h 15′, de celle de l'Etoile 10h 30′, il restera 7h 15′ pour le tems du passage de cette Etoile au Méridien : ce sera le soir, puisque ce reste est au-dessous de 12 heures.

296. On trouvera à la fin de cet Ouvrage, page 26, une Table qui contient les ascensions droites en tems, & les déclinaisons des principales Etoiles du Ciel, calculées pour le premier Janvier 1780, avec les variations qu'elles subissent en un an, ce qui sert à trouver leurs positions pour toute autre année que 1780.

297. EXEMPLE. Soit proposé de trouver à quelle heure l'Etoile *Sirius*, dans la gueule du grand Chien, passera au Méridien de Paris le 3 Janvier 1789.

Selon les Tables, l'ascension droite de Sirius, au commencement de 1780, est de $6^h\ 35'\ 29''$, avec une augmentation annuelle de $2''$, 69 ; ainsi pour 9 ans, qu'il y a depuis le commencement de 1780 jusqu'au 3 Janvier 1789, elle augmentera de $24''$, 21 : ajoutant donc $24''$ (en négligeant les décimales) à $6^h\ 35'\ 29''$, on a $6^h\ 35'\ 53''$, pour l'ascension droite de Sirius au commencement de 1789 : celle du Soleil le 3 Janvier de la même année, à midi, est de $18^h\ 59'\ 23''$. Maintenant de $6^h\ 35'\ 53''$, ou (en ajoutant 24^h) de $30^h\ 35'\ 53''$, retranchant $18^h\ 59'\ 23''$, le reste $11^h\ 36'\ 30''$, seroit le tems précis du passage de Sirius au Méridien, si l'ascension droite du Soleil avoit été calculée pour le 3 Janvier à $11^h\ 36'\ 30''$ (1) ; mais l'ayant été pour midi, il faut en recommencer le calcul pour $11^h\ 36'\ 30''$, afin d'ôter cette ascension droite de celle de l'Etoile ; ou bien il suffira de retrancher de l'heure trouvée d'abord, le mouvement du Soleil en ascension droite qui convient à cette heure. Ainsi prenant le mouvement diurne du Soleil en ascension droite du 3 au 4 Janvier, qui est de $4'\ 24''$, je cherche la partie proportionnelle qui convient à $11^h\ 36'\ 30''$, je trouve $2'\ 8''$ que j'ôte de ce nombre, & j'ai $11^h\ 34'\ 22''$ pour le tems vrai astronomique, ou du soir en tems civil du passage de Sirius au Méridien de Paris le 3 Janvier 1789.

298. Pour avoir le tems du passage d'une Etoile au Méridien d'un lieu qui est à l'Orient ou à l'Occident de Paris, il faut calculer d'abord son passage au Méridien de Paris, puis y ajouter le mouvement du Soleil en ascension droite qui convient à la différence des Méridiens, si le lieu est à l'Est de Paris, ou l'en retrancher si le lieu est à l'Ouest.

(1) Ce calcul est plus que suffisant, lorsqu'on ne cherche le passage d'une Etoile que pour se disposer à observer sa hauteur méridienne ; ainsi on ne doit faire usage de ce qui suit que quand on a besoin de précision.

Connoissant l'Heure du Passage d'une Etoile au Méridien avec l'Ascension droite du Soleil, trouver celle de l'Etoile.

299. Il suit des principes & des calculs précédens, que pour connoître l'ascension droite d'une Etoile qui passe au Méridien à une heure quelconque, *il faut toujours ajouter l'ascension droite du Soleil en tems, à l'heure proposée comptée astronomiquement*; *la somme* (moins 24 heures, si elle surpasse ce nombre) *donnera l'ascension droite du milieu du Ciel, ou du point de l'Equateur qui est dans le Méridien en ce moment.* De sorte qu'en cherchant ce nombre dans la Table des ascensions droites des principales Etoiles (page 26.), on verra celle qui est dans le Méridien au tems donné.

EXEMPLE. L'ascension droite du Soleil étant de 1 heure 27′, on demande celle d'une Etoile qui passeroit au Méridien à 8 heures 30′ du soir.

Si au tems astronomique du passage de l'Etoile au Méridien 8 heures 30′, on ajoute l'ascension droite du Soleil 1 heure 27′, la somme 9 heures 57′ donnera l'ascension droite du milieu du Ciel. Ce nombre répond dans la Table à l'ascension droite de *Regulus*, c'est-à-dire, que cette Etoile *Médie* ou passe au Méridien ce jour-là vers 8 heures 30′.

Moyen de reconnoître les Etoiles.

300. Connoissant l'heure du passage d'une belle Etoile au Méridien, c'en est souvent assez pour la reconnoître dans le Ciel; car si elle est seule de remarquable dans ce cercle au moment de son passage, il sera aisé de l'y trouver; mais s'il s'en trouvoit plusieurs en même-tems dans le Méridien, pour reconnoître celle dont on a cherché le passage, il faudroit calculer sa hauteur méridienne, & faire usage de l'Octant pour la distinguer. On trouvera ci-après (331, &c.) la méthode de ce calcul, c'est la meilleure maniere de reconnoître les Etoiles.

301. Cependant il y a dans le Ciel plusieurs Constellations faciles à reconnoître; la *Grande Ourse* est de ce nombre; elle est formée de 7 Etoiles principales, dont 4 sont en rectangle, & les 3 autres sont rangées presque sur une même ligne. Ces 7 Etoiles ont donné le nom de Pole Septentrional au Pole du Nord ou à celui que nous voyons étant en Europe. On ne voit en nul autre endroit du Ciel des Etoiles disposées de la même

maniere, le vulgaire les nomme le *Grand Chariot*. De l'autre côté du Pole du Nord, on découvre une autre Conſtellation encore fort facile à reconnoître, qu'on nomme *Caſſiopée*; elle eſt remarquable par 5 Etoiles principales; elles forment une eſpece de lettre M irréguliere, dont les deux jambages extérieurs ſont fort ouverts : l'Etoile du Nord eſt entre ces deux Conſtellations; elle eſt comme ſeule, & ſe trouve aſſez exactement entre la premiere de la queue de l'Ourſe & la poitrine de Caſſiopée, qui eſt l'Etoile la plus éloignée, ou le plus au Sud de cette ſeconde Conſtellation.

Le Taureau ſe diſtingue fort aiſément par un tas de petites Etoiles nommées *Pléïades*, que le vulgaire nomme la *Pouſſiniere*; il y a auprès une Etoile qui ſe fait remarquer par ſon éclat & par ſa couleur rouge : c'eſt l'œil du Taureau, nommé *Aldebaran* par les Arabes. Plus vers le Sud & plus vers l'Orient, on voit *Orion*, dont le Baudrier contient trois Etoiles, que tout le monde connoît ſous le nom des *Trois Rois*.

La Couronne Septentrionale eſt très-remarquable, quoique les Etoiles qui la forment n'achevent pas un cercle entier. La Lyre a une Etoile très-brillante, qui eſt reconnoiſſable par deux petites Etoiles avec leſquelles elle forme un petit triangle équilatéral; on la met ordinairement dans le petit nombre de celles qu'on dit être de la premiere grandeur, & dont il n'y a que 17 ou 18. Le Cygne contient cinq Etoiles principales, qui font une eſpece de grande croix, mais qui ne ſont pas également brillantes. Dans l'Aigle il y a trois Etoiles en ligne droite, dont celle du milieu eſt la plus lumineuſe. A peu de diſtance eſt le Dauphin, formé de quatre petites Etoiles en lozange aſſez ſerré. Les deux têtes des Gémeaux ſont marquées par deux Etoiles peu éloignées l'une de l'autre. Les deux cornes du Bélier ſont auſſi marquées par deux Etoiles; mais dans le voiſinage de celles-ci, il y en a trois plus petites qui forment un triangle iſocele, & on ne peut pas s'y tromper.

De l'autre côté du Ciel, ou dans l'Hémiſphere Auſtral, le *Scorpion* eſt non-ſeulement remarquable par une grande Etoile nommée *Antares*, d'une couleur fort rouge, placée au milieu de deux autres moindres, mais encore par une ſuite de belles Etoiles qui repréſentent la queue repliée de cet inſecte. Le Navire, le Centaure & la Croix du Sud contiennent pluſieurs belles Etoiles : toute cette partie eſt extrêmement brillante, & ſans contredit la plus belle du Ciel; mais on ne la voit pas de ces pays-ci. Pour connoître plus aiſément les Conſtellations, on peut s'aider de Cartes céleſtes.

302. Il ſuffit de connoître quelques Etoiles, pour pouvoir trouver le nom de toutes les autres, en examinant celles qui

ſont dans l'alignement les unes des autres. Preſqu'au milieu de la diſtance de l'Etoile du Nord, à l'extrémité de la queue de la grande Ourſe, on trouve une Etoile que les Pilotes nomment la *Claire des Gardes*, qui eſt dans l'épaule de la petite Ourſe.

Si de l'Etoile polaire on conduit une ligne droite, qui paſſe entre la Claire des Gardes & l'extrémité de la queue de la grande Ourſe, elle ira rencontrer une belle Etoile nommée *Arcturus*, qui eſt dans le bas de la robe du Bouvier. Arcturus eſt d'ailleurs très-remarquable, parce qu'il eſt au bout d'une traînée d'Etoiles en forme d'arc de cercle, à la ſuite de celles qui forment le dos & la queue de la grande Ourſe.

Une ligne droite tirée de la Claire des Gardes, ou de l'épaule de la petite Ourſe par l'Etoile du Nord, paſſera à peu près par la *Claire de Perſée*, & enſuite par la *Mâchoire de la Baleine*.

On trouvera le *Cœur du Lion* dans l'alignement de la Claire des Gardes, & du milieu du quarré de la grande Ourſe.

L'*Epi de la Vierge*, qui eſt dans la partie du Sud, ſe trouve ſur la ligne droite conduite de l'Etoile du Nord par la ſeconde de la queue de l'Ourſe : ſi on s'éloigne de Caſſiopée du côté oppoſé à l'Etoile du Nord, on trouvera la Conſtellation d'*Andromede*, remarquable par trois Etoiles principales, à peu près en ligne droite ; la plus éloignée du Pole, qui répond à la tête d'Andromede, forme un grand rectangle, avec trois autres Etoiles qui appartiennent à Pégaſe. En commençant au Pole, on trouve de ſuite quatre Etoiles qui indiquent à peu près, pour le ſiecle préſent, le Méridien d'où on compte l'aſcenſion droite : ces 4 Etoiles ſont la Polaire, la Chaire de Caſſiopée, la Tête d'Andromede & le bout de l'Aile de Pégaſe, nommée *Algenib* par les Arabes.

Entre le Pole & Orion on trouve la *Chevre*, qui eſt une Etoile de la premiere grandeur.

Une ligne droite conduite par l'*Œil du Taureau*, qui eſt auprès de la Pouſſiniere, comme nous l'avons déjà dit, & par la *Ceinture d'Orion* ou par les Trois Rois, va ſe rendre à *Sirius*, qui eſt dans la gueule du grand Chien, & qui eſt l'Etoile la plus lumineuſe du Ciel.



CHAPITRE VI.

De la Latitude, des changemens qu'elle reçoit lorſqu'on paſſe d'un lieu à un autre, & des moyens qu'on emploie en Mer pour la trouver.

(Voyez N°. 109.)

303. NOUS avons des moyens pour déterminer notre changement de latitude en Mer, qui ſont d'une application tout-à-fait ſimple ; pour peu que nous marchions, notre zénit & notre nadir changent de place, de même que notre Horiſon. Si nous avançons vers le Nord la partie Sud du Ciel s'abaiſſe vers notre Horiſon, & la partie Nord s'éleve. Le point le plus haut du Ciel ou notre zénit, avance en même-tems vers les Etoiles qui ſont voiſines du Pole Arctique, & s'éloigne du Soleil & des Etoiles qui ſont proche de l'Equateur. Si nous faiſions tout le tour de la Terre ou ſes 360 degrés, notre zénit parcourroit auſſi toute la circonférence du Ciel ou ſes 360 degrés ; ainſi nous pouvons juger en Mer de notre progrès vers l'Equateur ou vers le Pole, ou de notre changement en latitude, par le changement de ſituation que reçoivent les Aſtres à l'égard de notre zénit.

304. Dans la Fig. 43, le grand cercle HZRQ repréſente le Ciel, & le petit qui eſt au-dedans, tient lieu de la Terre; les deux Poles du monde ou du Ciel ſont marqués par les points N & S, qui ſont à l'oppoſite l'un de l'autre. La ligne EQ repréſente l'Equateur du Ciel, & *eq* eſt l'Equateur de la Terre. La diſtance O*e* eſt donc (109) la latitude de l'Obſervateur O, & elle eſt égale en degrés à la diſtance ZE du zénit à l'Equateur céleſte : il y a exactement le même nombre de degrés de la Terre, depuis O juſqu'en *e*, que de degrés du Ciel depuis Z juſqu'en E : la Latitude eſt encore égale à la quantité NR, dont le Pole N eſt élevé au-deſſus de l'Horiſon ; car les arcs EN, ZR étant chacun de Fig. 43.

90 degrés, l'écart des points E, Z est nécessairement égal à celui des points N, R. Si l'Observateur placé en O avance
Fig. 43 vers l'Equateur de la Terre, son zénit avancera du même nombre de degrés vers l'Equateur du Ciel, & s'y rendra exactement, supposé que l'Observateur continue sa route jusqu'à l'Equateur. L'Horison HR changera de place en même-tems, & prendra la situation SN, lorsque l'Observateur sera arrivé en *e*.

305. Il suit delà que nous avons deux méthodes générales de déterminer la latitude d'un lieu, parce que nous pouvons observer dans le Ciel deux quantités qui y sont exactement égales en nombre de degrés. Nous pouvons chercher la distance de notre zénit à l'Equateur céleste; ou bien la quantité dont le Pole céleste est élevé au-dessus de notre Horison. Nous ne réussirons pas à trouver ces quantités immédiatement, parce que ni l'Equateur ni le Pole ne sont visibles dans le Ciel; mais nous y parviendrons par les observations de quelqu'Astre, dont nous connoîtrons la distance à l'Equateur ou au Pole; car c'est avoir mesuré la hauteur d'un point dans le Ciel, que d'avoir mesuré celle d'un Astre qu'on sait devoir être alors plus haut ou plus bas que ce point d'une certaine quantité de degrés.

PREMIERE MÉTHODE.

Trouver la Latitude par la distance du Zénit à l'Equateur.

306. Il est facile de déterminer la distance du zénit à l'Equateur, & par conséquent la latitude de l'endroit où l'on est, lorsqu'on peut observer la hauteur méridienne des Astres, dont on connoît d'ailleurs la déclinaison. Or, *on reconnoît qu'un Astre a atteint sa hauteur méridienne, lorsque cessant de monter il est prêt à redescendre; ou lorsque cessant de descendre, il est prêt à remonter, ce qui arrive lorsqu'il répond exactement au Nord ou au Sud de la Boussole corrigée de la variation.*

307. Comme la plupart des Marins emploient dans le calcul de leur latitude, la distance de l'Astre au zénit, au lieu de sa hauteur, nous nous en servirons par préférence; car cela

cela revient au même, puisque l'une est complément de l'autre.

I. Cas. *Trouver la Latitude, lorsque les Astres sont au Méridien dans leur plus grande Hauteur.*

308. Connoissant donc, par observation, la distance méridienne d'un Astre au zénit, sa déclinaison & de quel côté du Nord ou du Sud le zénit se trouve par rapport à l'Astre (*), pour avoir la latitude du lieu où l'observation aura été faite, il faut suivre la regle générale suivante.

309. *Si le zénit & la déclinaison sont de même côté*, c'est-à-dire, le zénit au Nord de l'Astre & la déclinaison Nord, ou le zénit au Sud & la déclinaison Sud, *il faut toujours ajouter la distance méridienne de l'Astre au zénit avec sa déclinaison; la somme donne la latitude, qui est aussi de même dénomination.*

310. *Si*, au contraire, *le zénit & la déclinaison sont de différente dénomination, il faudra soustraire la moindre quantité de la plus grande; le reste exprimera la latitude, qui sera toujours du côté du plus grand nombre, c'est-à-dire, du côté du zénit, si la distance méridienne est plus forte que la déclinaison, & du côté de la déclinaison, si elle est plus grande que la distance au zénit.*

311. Il nous est très-facile, en jettant les yeux sur la Fig. 43, de nous convaincre que cette regle est parfaitement sûre. Si l'Astre, en passant au Méridien du côté du Sud, se trouve en A entre le zénit & l'Equateur, le zénit de l'Observateur qui est en O, sera au Nord, & la déclinaison de l'Astre sera aussi Nord; ainsi, selon la regle (309), il faudra ajouter la distance de l'Astre au zénit AZ avec sa déclinaison AE, pour avoir la latitude ZE. Fig. 43.

312. Si l'Astre, au lieu de se trouver en A, lorsqu'il passe au Méridien, se trouve en A' de l'autre côté de l'Equateur par rapport au zénit, alors le zénit de l'observateur & la déclinaison de l'Astre, seront de différens côtés; ainsi, selon la regle

(*) Le zénit est toujours du côté contraire à celui où l'on observe l'Astre, c'est-à-dire, que si l'Astre est observé du côté du Sud, le zénit sera Nord par rapport à l'Astre; & le zénit sera Sud, si l'Astre est vu du côté du Nord.

Fig. 43. (310), il faudra soustraire. Effectivement la distance de l'Astre au zénit A'Z est trop grande, & si on en retranche la déclinaison A'E, il restera ZE distance du Zénit à l'Equateur, égale à la latitude.

313. Enfin si l'Astre se trouve en A'' de l'autre côté du zénit, c'est encore le cas où le zénit se trouve du côté contraire à la déclinaison de l'Astre : ainsi la regle nous apprendra qu'il faut soustraire ; & on voit bien aussi que la déclinaison A''E est plus grande que la distance du zénit à l'Equateur, & qu'il faut donc en retrancher la quantité A''Z, dont l'Astre est éloigné du zénit.

314 Il est clair que, *si l'Astre n'avoit point de déclinaison*, c'est-à-dire, s'il étoit à l'Equateur, *sa distance au zénit donneroit celle du zénit à l'Equateur, & par conséquent la latitude, qui seroit du côté du zénit.*

315. Il est encore aisé de voir que, *si l'Astre étoit observé au zénit, la latitude du lieu seroit alors égale à la déclinaison de l'Astre, & de même côté.*

316. EXEMPLE. I. Un Pilote étant en Mer le 19 Juillet 1790, sous le Méridien de Paris, trouve le Soleil au Méridien du côté du Sud, éloigné du zénit de 29° 20' (toutes corrections faites). Il s'agit de trouver la latitude.

Nous trouverons, pour le 19 Juillet 1790, la déclinaison du Soleil de 20° 48', 5 Nord, & comme le zénit sera aussi au Nord, puisque l'Observateur voit le Soleil au Sud, il faut donc, suivant notre regle (309), ajouter la distance du Soleil au zénit avec sa déclinaison, pour avoir la latitude, qui sera aussi Nord. Ainsi, dans la Fig. 43, le Soleil sera en A entre le zénit & l'Equateur; on fera donc l'opération suivante pour avoir la latitude.

Fig. 43.

Zénit N. Déclinaison N.

AZ	Distance du Soleil au zénit N	29° 20', 0
AE	Déclinaison du Soleil N	20 48, 5
ZE	Latitude cherchée N	50° 8', 5

317. EXEMLE II. Le 21 Janvier 1789, étant en Mer par 120 degrés de longitude estimée Occidentale à l'égard de Paris, on trouve, en observant par devant, le Soleil au Méridien du côté du Sud, son bord inférieur éloigné du zénit de 69° 55', la hauteur de l'œil de l'Observateur étant

de 24 pieds. On demande la latitude du lieu de l'obſervation.

1°. Si à la diſtance obſervée 69° 55′, on ajoute 5′, 0 pour l'inclinaiſon, 2′,9 pour la réfraction, & que de la ſomme on en retranche le demi-diametre du Soleil 16′, 3 ; le reſte 69° 46′, 6 ſera la diſtance vraie du centre du Soleil au zénit.

2°. En faiſant les calculs indiqués N°. 284 & ſuiv., on trouvera la déclinaiſon du Soleil de 19° 39′,8 Sud.

3°. Je remarque que le Soleil étant obſervé du côté du Sud, le zénit ſera donc au Nord de cet Aſtre ; mais comme la déclinaiſon du Soleil eſt Sud, il faut, ſuivant la regle (310) ſouſtraire les deux quantités l'une de l'autre, & il reſtera 50° 6′, 8 pour la latitude cherchée : elle ſera Nord, ou du même côté que le zénit, parce que la diſtance du Soleil au zénit eſt plus grande que ſa déclinaiſon : c'eſt ce qui arrive lorſque l'Aſtre ſe trouve en A′ entre l'Equateur & l'Horiſon. Fig. 4

Opération.

1°. *Calcul de la Diſtance vraie du Soleil au Zénit.*

Diſt. obſerv. par devant, du bord infér. du Soleil . .	69° 55′, 0
Inclinaiſon de l'Horiſon pour 24 pieds d'élévation . .	+ 5, 0
Diſtance apparente du bord inférieur	70° 0′, 0
Réfraction pour 70° de diſtance au zénit.	+ 2, 9
Diſtance vraie du bord inférieur	70° 2′, 9
Demi-diametre du Soleil le 21 Janvier	— 16, 3
Diſtance vraie du centre du Soleil au zénit	69° 46′, 6

2°. *Calcul de la Déclinaiſon du Soleil.*

Longitude du Navire Méridien de Paris O	120°
ou différence des Méridiens O	8h 0′
Tems aſtron. compté à bord en 1789, le 21 Janvier. à . .	0 0
Tems aſtron. compté à Paris . . . le 21 . . . à .	8h 0′
Déclinaiſon du Soleil le 21 Janvier 1789, à midi . . .	19° 44′, 4 S
Déclinaiſon du Soleil le 22 . . . . . . à midi . . .	19 30, 6
Mouvement diurne en déclinaiſon	— 13, 8
Partie proportionnelle pour 8h	— 4, 6
Déclinaiſon du Soleil le 21, à midi	19 44 4 S
Déclinaiſon cherchée pour le 21, à 8h	19° 39′, 8 S

3°. *Calcul de la Latitude.*

Zénit N. Déclinaison S.

Fig. 43.

A'Z	Distance du Soleil au zénit N	69° 46', 6
A'E	Déclinaison du Soleil S	19 39, 8
Z E	Latitude demandée N	50° 6', 8

318. EXEMPLE III. Le 3 Janvier 1786, l'Etoile appellée la ceinture de Cassiopée, étant au Méridien, a paru vers le Nord, par rapport au zénit de l'Observateur; sa hauteur vraie sur l'Horison étant en ce moment de 80° 20'. On demande la latitude.

On trouve dans la Table des déclinaisons des principales Etoiles, page 26, celle de la ceinture de Cassiopée pour le commencement de 1780, de 59° 31' 15" Nord, avec une variation annuelle de 19",7 additive : elle augmentera donc à proportion de 1' 58" pour 6 ans; la déclinaison de cette Etoile étoit par conséquent au commencement de 1786, de 590 33' 13" Nord.

Ainsi, pour trouver la latitude, il faudra encore soustraire, parce que le zénit & la déclinaison sont de différens
Fig. 43. côtés. C'est le cas où l'Astre se trouve en A" de l'autre côté du zénit, comme au N° 313. Il faut donc ôter la distance de l'Astre au zénit A"Z de sa déclinaison A"E, & la latitude sera Nord, ou du côté de la déclinaison, parce qu'elle est la plus grande des deux quantités.

OPÉRATION.

Déclin. de l'Etoile au commencement de 1780	59° 31' 15" N.	Var. an. + 19",7
Variation pour 6 ans 118" =	+ 1 58	118",2
Déclinaison de cette Etoile en Janvier 1786	59° 33' 13"	

Zénit S. Déclinaison N.

Z R	Distance du Zénit à l'Horison	90° 0′ 0″	Fig. 43
A″R	Hauteur de l'Etoile sur l'Horison . . .	80 20 0	
A″Z	Distance de l'Etoile au zénit S	9° 40′ 0″	
A″E	Déclinaison de l'Etoile N	59 33 13	
Z E	Latitude cherchée N	49° 53′ 13″	

II. Cas. *Trouver la Latitude, lorsque les Astres sont au Méridien dans leur moindre Hauteur.*

319. On peut encore connoître la latitude, lorsque les Astres cessant de descendre, ils sont prêts à remonter; car lors de cette moindre hauteur ils sont dans le Méridien. Dans ce cas, *il faut toujours ajouter la déclinaison de l'Astre avec sa distance au zénit, & ôter la somme de 180 degrés; le reste donne la latitude, qui est du côté de la déclinaison.*

320. L'Astre est alors comme en *a* (Fig. 43 & 44); sa déclinaison est *a*Q, qu'on ajoute avec *a*Z, ce qui donne la distance ZQ du zénit à l'Equateur, mais par le plus long chemin; il faut donc ôter cette distance, qui est le supplément de la latitude, de 180 degrés ou du demi-cercle EZQ, pour avoir la latitude demandée ZE. Fig. 43 & 44.

321. Ce cas peut avoir lieu pour le Soleil même, lorsque la Sphere est fort oblique, & que cet Astre ne se couche pas. Il nous éclaire pendant sa révolution entiere de 24 heures, de sorte qu'on peut l'observer à midi & à minuit.

322. Exemple. A minuit le Soleil étant au Méridien dans sa moindre hauteur, éloigné du zénit de 84° 15′, sa déclinaison étant pour lors de 21° 30′ N. On demande la latitude.

OPÉRATION.

Fig. 44.

aZ	Diſtance du Soleil au zénit	84°	15′
aQ	Déclinaiſon du Soleil N	21	30
ZQ	Supplément de la latitude	105°	45′
EZQ	. . . .	180	
ZE	Latitude requiſe N	74°	15′

SECONDE MÉTHODE.

Trouver la Latitude par la Hauteur du Pole.

323. Nous avons vu ci-devant (304) que *la hauteur du Pole eſt la quantité de degrés dont il eſt élevé au-deſſus de l'Horiſon ; laquelle eſt égale à la latitude du lieu.*

324. Ainſi, lorſque les Aſtres paſſent au Méridien du même côté du zénit que le Pole élevé, au lieu de chercher la diſtance du zénit à l'Équateur, on peut chercher la hau-
Fig. 43 teur polaire ou la quantité NR (Fig. 43 & 44.) dont le
& 44. Pole eſt élevé au-deſſus de l'Horiſon, & on aura également la latitude ; puiſque, comme nous l'avons dit (304 & 305), ces deux quantités ſont égales ; mais lorſqu'on ſe ſert de cette méthode on emploie la hauteur même de l'Aſtre, & non pas ſon complément, & on fait le contraire à l'égard de la déclinaiſon.

325. *Si l'Aſtre paſſe au Méridien au-deſſus du Pole, il faut ſouſtraire le complément de ſa déclinaiſon de ſa hauteur, & le reſte donne la hauteur du Pole.*

326. *Mais ſi l'Aſtre eſt au-deſſous du Pole ou dans ſa moindre hauteur, il faut alors ajouter le complément de ſa déclinaiſon à ſa hauteur, & la ſomme donnera la hauteur polaire.*

I. Cas. *Trouver la Hauteur du Pole, lorſque les Aſtres ſont obſervés dans le Méridien au-deſſus du Pole, ou dans leur plus grande Hauteur.*

327. L'Aſtre étant dans ſa plus grande hauteur au-deſſus du
Fig. 43. Pole, eſt comme en A″ (Fig. 43.) ; il faut donc ôter de ſa

hauteur A″R, sa distance au Pole A″N, ou le complément de sa déclinaison; le reste NR sera la hauteur polaire, qui est égale à la latitude ZE.

328. Exemple. Un Astre étant au Méridien au-dessus du Pole élevé sur l'Horison de 80° 20′, sa déclinaison étant Nord de 59° 33′. On demande la hauteur du Pole.

Opération.

E N	Distance du Pole N à l'Equateur.	90°	0′
A″E	Déclinaison de l'Astre N.	59	33
A″N	Complément de la déclinaison	30°	27′
A″R	Hauteur de l'Astre sur l'Horison	80	20
N R	Hauteur du Pole N	49°	53′

II. Cas. *Trouver la Hauteur du Pole, lorsque les Astres sont observés au Méridien dans leur moindre Hauteur, ou au-dessous du Pole.*

329. L'Astre est comme en *a*; ainsi la hauteur que fournit l'instrument est moindre que la hauteur du Pole; il faut donc ajouter à sa hauteur *a*R, sa distance au Pole *a*N, ou le complément de sa déclinaison; & la somme NR sera la hauteur polaire. Fig. 43 & 44.

330. Exemple. Une Etoile étant au Méridien, dans sa moindre hauteur au-dessous du Pole, élevée sur l'Horison de 19° 26′, sa déclinaison étant de 59° 33′ N. On demande la hauteur du Pole ou la latitude.

Opération.

N Q	Distance du Pole N à l'Equateur	90°	0′	Fig. 43.
a Q	Déclinaison de l'Etoile N	59	33	
a N	Complément de la déclinaison	30°	27′	
a R	Hauteur de l'Etoile sur l'Horison.	19	26	
N R	Hauteur du Pole N	49°	53′	

On trouvera dans les Leçons de Navigation plusieurs Exemples des différens cas de connoître la latitude ou la hauteur du Pole. On y trouvera aussi le moyen de connoître la latitude & la déclinaison, par les deux distances méridiennes du même Astre au zenit, ou par ses deux hauteurs.

Remarques. Plusieurs Auteurs donnent divers moyens de découvrir la latitude, en observant les Astres, lorsqu'ils sont vers l'Orient ou vers l'Occident, à une certaine distance du Méridien. Ces méthodes peu directes, ou peu naturelles, nous paroissent plus curieuses qu'utiles en Mer : on en trouvera cependant quelques-unes dans les Questions Astronomiques de nos Leçons de Navigation. Les moyens que nous venons de donner doivent suffire. Supposé que le Soleil passe au Méridien, trop près du zénit pour qu'on soit assuré d'observer exactement sa hauteur, il n'y aura qu'à avoir recours aux autres Astres.

CHAPITRE VII.

Connoissant la Latitude d'un lieu & la Déclinaison d'un Astre, trouver sa Hauteur Méridienne.

331. NOUS plaçons ici ce Problême, parce que sa résolution dépend de ce qui précede, & qu'il en est comme un corollaire ; car ayant bien entendu les différens moyens de trouver la latitude, il est aisé de connoître la hauteur méridienne d'un Astre, puisque le complément de cette hauteur est égal à la somme, ou à la différence de la latitude & de la déclinaison.

332. 1o. *Si la latitude du lieu & la déclinaison de l'Astre sont de différente dénomination, la somme de ces deux nombres donnera la distance méridienne de l'Astre au zénit ou le complément de sa hauteur.*

Fig. 43. L'Astre étant supposé en A' (Fig. 43.), il faut ajouter sa déclinaison A'E avec la latitude ZE, pour avoir sa distance au zénit A'Z, ou le complément de sa hauteur.

333. 2°. *Si la latitude & la déclinaison sont de même*

côté, la différence des deux nombres donnera la distance méridienne de l'Astre au zénit.

L'Astre est en A ou en A''; s'il est en A, de ZE ôtez AE, & le reste AZ sera la distance au zénit; mais s'il est en A'', il faudra retrancher ZE de A''E, pour avoir A''Z complément de la hauteur. Fig. 43.

334. 3°. Enfin, *si l'Astre est au-dessous du Pole, on aura sa plus petite hauteur méridienne, en retranchant le complément de sa déclinaison de la hauteur polaire ou de la latitude.*

L'Astre est alors comme en *a*; il faudra donc ôter *a*N, complément de sa déclinaison, de la hauteur du Pole NR; & le reste *a*R, sera la plus petite hauteur méridienne de l'Astre.

335. Exemple. Etant par 50° 8' de latitude Nord, le Soleil ayant 20° 48' de déclinaison Boréale. On demande sa hauteur méridienne.

Opération.

ZE	Latitude N	50°	8'
AE	Déclinaison du Soleil N	20	48
AZ	Distance du Soleil au zénit	29°	20'
ZH	Distance du zénit à l'Horison	90	
AH	Hauteur méridienne du Soleil S	60°	40'

CHAPITRE VIII.

Des différentes Méthodes de connoître la Longitude en Mer, de la difficulté de la trouver immédiatement, & des moyens qu'on pourroit employer pour la découvrir.

336. Pendant que l'observation de la latitude nous fait connoître la quantité dont nous sommes avancés vers le Nord ou vers le Sud par rapport à l'Equa-

teur, la longitude détermine notre ſituation plus ou moins avancée vers l'Orient ou vers l'Occident. La premiere étant connue, c'en eſt ſouvent aſſez pour que nous puiſſions reconnoître ſur la Carte, lorſque nous ſommes en Mer, les côtes vis-à-vis deſquelles nous nous trouvons. On voit aux deux côtés des Cartes marines des échelles qui ſont dirigées Nord & Sud, & qui ſont deſtinées à marquer les latitudes. Ces échelles ne commencent pas toujours à l'Equateur : lorſque la Carte n'eſt pas aſſez grande, l'Equateur eſt en-dehors, mais les degrés de latitude ſont toujours cenſés y commencer. Si on jette, par exemple, les yeux ſur une Carte du Golfe de Gaſcogne, c'eſt-à-dire, ſur celle qui repréſente une partie des côtes de France & d'Eſpagne, on verra 43 degrés marqués vers le bas de l'échelle, parce que l'Equateur eſt 43 degrés en dehors de la Carte ou de la partie de la ſurface de la Terre dont cette Carte eſt un tableau. Les degrés y ſont marqués en allant vers le Nord, parce que les latitudes ou les diſtances à l'Equateur deviennent plus grandes dans l'Hémiſphere Septentrional, à meſure qu'on avance vers le Nord : or, pour revenir à ce que nous diſions, que la latitude ſuffit ſouvent ſeule pour nous faire connoitre quelle eſt la côte où nous abordons, il eſt évident que ſi l'obſervation des Aſtres nous apprend, au retour d'un voyage, que nous ſommes par 47° 10′ de latitude, & que nous voyions une Iſle devant nous à l'Orient, nous ne pouvons pas nous y tromper. La Carte nous fait connoître que nous ne ſommes pas auprès des côtes d'Eſpagne, ni même auprès de celles du Poitou ; car elles ſont plus voiſines de l'Equateur : nous ne ſommes pas à portée non plus de voir Oueſſant ni les environs de Breſt, puiſque ces lieux ſont placés plus près du Pole ; la terre que nous voyons eſt néceſſairement Belle-Iſle.

337. On n'a pas ſur Mer de méthode auſſi facile pour connoître la longitude du lieu où l'on eſt, qu'on en a pour trouver la latitude. L'importance de cette recherche, & les récompenſes qui ont été propoſées pour ceux qui découvriroient une méthode ſûre de pouvoir trouver, à quelques lieues près, la longitude d'un Navire, au moins de tems en tems, ont fait imaginer divers moyens dont aucun n'a encore parfaitement réuſſi.

338. A l'exception de la méthode de trouver la longitude en Mer, par la variation de la Bouffole dont nous traiterons particuliérement à la fin de la premiere Section du Livre III, n°. 468 & fuivans; on peut réduire l'invention des longitudes fur Mer à cette queftion : *connoiffant l'heure qu'il eft fur le Navire, trouver quelle heure on doit compter au même inftant en un lieu dont la longitude eft bien connue.*

Puifque les 24 heures du jour répondent aux 360 degrés de longitude, & que le lieu où l'on compte une heure de moins que dans un autre, eft plus Occidental que cet autre de 15 degrés, &c. (104), on pourroit donc déterminer immédiatement les longitudes : 1°. Si l'on avoit une horloge qui marchât fi uniformément, qu'elle ne fe dérangeât pas fenfiblement dans la durée entiere d'une traverfée; car ayant réglé cette horloge dans le Port, & l'ayant mife à l'heure vraie au tems du départ, elle ferviroit à faire connoître à tout inftant l'heure vraie qu'il feroit dans le Port, & autant de fois 4 minutes que l'on trouveroit qu'elle retarderoit ou avanceroit à l'égard de l'heure qu'on auroit obfervée fur le Navire, felon quelques-unes des méthodes expliquées dans les 1er & 2e Problêmes des Queftions Aftronomiques, on compteroit que le Navire auroit fait autant de degrés en longitude vers l'Eft ou vers l'Oueft, puifque l'on compteroit moins ou plus de tems au lieu du départ, qu'au lieu où feroit le Navire. Les fuccès réitérés des Montres marines de M. Harifon en Angleterre & en France de MM. le Roy, Berthoud & autres, donnent l'efpérance d'un moyen auffi facile que fûr pour découvrir les longitudes, lorfque ces Montres feront plus connues & plus répandues.

339. 2°. On pourroit encore trouver fur Mer la longitude d'un Navire, fi l'on avoit des Tables aftronomiques, qui ferviffent à calculer pour un certain lieu déterminé, dont la longitude fût bien connue, toutes les circonftances des mouvemens céleftes, avec à peu près la même précifion avec laquelle un Aftronome placé dans ce lieu les obferveroit, & fi fur un Navire on pouvoit marquer le tems précis, auquel quelque phénomene célefte paroîtroit fubitement; car en comparant le tems auquel l'obfervation en auroit été faite fur le Navire, avec le tems que le calcul des Tables donneroit pour le lieu que nous avons dit, la différence de ces tems donneroit la différence des longitudes, & par conféquent on auroit la longitude du Navire.

340. Il eft vrai que l'Aftronomie commence à être affez perfectionnée, pour pouvoir nous procurer des Tables auffi exactes qu'il eft néceffaire; mais il y a encore très-peu de phénomenes céleftes qu'il foit facile d'obferver fur Mer, principalement à

cause de l'agitation du Vaisseau qui ne permet pas de se servir de lunettes assez longues pour faire ces observations avec quelque précision.

341. Parmi les phénomenes propres à servir de signal dans le Ciel, on ne connoît gueres que les Eclipses de Soleil & de Lune, les Eclipses des Etoiles & des Planetes par la Lune, les conjonctions & les Eclipses des Satellites de Jupiter.

342. Les Eclipses du Soleil arrivent très-rarement; il se passe plusieurs années de suite dans un même lieu sans qu'on en voie; & lors même qu'on en a observé quelqu'une dans un lieu dont on veut déterminer la longitude, il faut y employer des calculs si compliqués, si longs & si difficiles, qu'on ne peut raisonnablement proposer au commun des Pilotes d'apprendre à les faire, quoiqu'ils eussent beaucoup à gagner de se mettre en état d'y réussir.

343. Les Eclipses des Etoiles & des Planetes par la Lune ne sont gueres fréquentes, la plupart ne peuvent être observées qu'avec des lunettes, & même assez longues, sur-tout lorsque le phénomene se passe dans la partie éclairée de la Lune, dont l'éclat efface celui de ces Astres; de sorte qu'on ne peut souvent les distinguer à la vue simple que lorsqu'ils sont à une distance assez considérable de son bord éclairé. D'ailleurs la détermination de la longitude demande, après l'observation de ces sortes d'Eclipses, des calculs tout pareils à ceux qu'il faut faire pour les Eclipses du Soleil.

344. Le commencement & la fin des Eclipses de Lune, l'entrée totale dans l'ombre quand elle a lieu, & le commencement de la sortie hors de l'ombre, sont des phases qui peuvent être passablement bien observées à la vue simple, car elles peuvent être déterminées à moins de 2 minutes près. Les meilleures Tables astronomiques peuvent aussi servir à calculer le tems de ces phases à 2 minutes près; de sorte que par le moyen d'une Eclipse de Lune, on peut, absolument parlant, s'assurer d'avoir sa longitude en Mer, à moins d'un degré près, précision très-grande à l'égard de l'incertitude avec laquelle on a des longitudes estimées dans les voyages de long cours; mais cette méthode est d'une foible ressource, puisque les Eclipses de Lune ne peuvent arriver que de 6 mois en 6 mois, & qu'il se passe souvent des années entieres sans qu'il y en ait aucune; cependant un Navigateur ne doit point les négliger, & avant que de partir pour un voyage de long cours, il doit rechercher quelles Eclipses de Lune peuvent arriver pendant ses traversées; & s'il n'a pas les connoissances nécessaires pour en faire des calculs exacts, il doit se procurer ces calculs tout faits, ce qui est facile, puisqu'on a soin de les pu-

blier dans les Almanachs, & ſur-tout dans la connoiſſance des tems, ou dans les Ephémérides des mouvemens céleſtes, où ſont contenus des calculs pour pluſieurs années de ſuite.

345. Il ne reſte donc plus que les Eclipſes des Satellites de Jupiter; elles fourniſſent la méthode la plus commode & la plus univerſelle, d'obſerver les longitudes ſur terre; & c'eſt par leur moyen que la plupart des poſitions des lieux les mieux déterminés en longitude, ont été établies pour ſervir de fondement à toutes les autres, & à toutes les opérations géographiques & hydrographiques. Les Satellites de Jupiter ſont quatre petites Lunes, qui tournent autour de lui avec beaucoup de viteſſe; tantôt ils diſparoiſſent derriere cette Planete; tantôt ils paroiſſent en paſſant ſur ſon diſque; tantôt ils ſe réuniſſent, puis ſe ſéparent, & tantôt ils diſparoiſſent en entrant dans l'ombre que cette Planete laiſſe derriere elle, ou reparoiſſent en ſortant de cette ombre. Il n'y a gueres de nuit où l'on ne puiſſe obſerver quelqu'un de ces phénomenes, excepté pendant deux mois de l'année, lorſque cette Planete eſt près de ſa conjonction avec le Soleil. L'entrée dans l'ombre, qu'on appelle l'*Immerſion*, & la ſortie hors de l'ombre, que l'on appelle l'*Emerſion*, ſe font en aſſez peu de tems, pour qu'on puiſſe en décider le vrai moment, à quelques ſecondes près, & avec d'autant plus de préciſion qu'on ſe ſert de plus longues & de meilleures lunettes; mais c'eſt-là ce qui les a rendu juſqu'ici inobſervables ſur Mer; car comme il faut néceſſairement ſe ſervir de lunettes ou de téleſcopes qui agrandiſſent 30 ou 40 fois les diametres des objets, la viteſſe d'un Aſtre vu dans une pareille lunette, paroît accélérée 30 ou 40 fois à l'égard de celle que l'agitation du Vaiſſeau lui fait attribuer à la vue ſimple: d'où il ſuit qu'à moins qu'on ne trouve un moyen de diminuer conſidérablement cette agitation, il eſt impoſſible de conſidérer Jupiter avec aſſez d'attention pour diſtinguer d'auſſi petits points lumineux que ſont les Satellites, & pour s'aſſurer s'ils viennent à paroître hors de l'ombre, ou à diſparoître en y entrant. D'ailleurs l'éclat de Jupiter dans la lunette, joint à la viteſſe avec laquelle il paroît ſe mouvoir dans le champ de cet inſtrument, efface abſolument l'image très-petite d'un Satellite, qui doit être fort proche de la Planete dans les momens où arrivent les phaſes de ces Eclipſes.

346. L'Aſtronomie ne pouvant fournir d'autres phénomenes ſubits, propres à donner les longitudes ſur Mer avec quelque exactitude, & auſſi ſouvent qu'il eſt néceſſaire, on eſt obligé d'avoir recours aux mouvemens de la Lune. C'eſt pour cela que l'on donne tous les ans dans le Livre de la Connoiſſance des tems la diſtance de la Lune au Soleil & aux principales

Etoiles, de 3 heures en 3 heures, pour tous les jours de l'année où elle peut s'obſerver. Mais comme leur uſage exige beaucoup de calculs, nous en avons fait un Livre particulier, qui eſt le cinquieme de cet ouvrage. La méthode qu'on y donne eſt celle de M. le Chevalier de Borda, qui eſt, ſans contredit, la plus ſimple & la plus naturelle de toutes celles qui ont paru juſqu'à ce jour. On trouvera dans les Leçons de Navigation les Tables néceſſaires pour ſon uſage.

QUATRIEME SECTION.

Queſtions ou Problêmes Aſtronomiques, avec leur Solution par différentes Méthodes.

347. NOUS raſſemblerons dans cette Section les Problêmes les plus utiles aux Pilotes. Nous emploierons même, autant qu'il ſe pourra faire commodément pour réſoudre les principaux, trois méthodes différentes pour les inculquer davantage.

348. Nous nous ſervirons d'abord de la méthode des Projections appellées Orthographiques, par le moyen de laquelle, avec un compas ſimple, l'Echelle des Cordes & la ligne des Sinus de cette même Corde, on forme une figure qui donne la réſolution du Problême. Plus ces figures ſont grandes, plus la ſolution eſt ſûre : pour cette raiſon on peut, dans certains cas, ne projeter que le quart d'un cercle, afin d'employer une plus grande Corde; on peut même alors ſe diſpenſer tout-à-fait de faire la figure, & ſe ſervir du Quartier de réduction.

349. La ſeconde méthode conſiſte à réſoudre ces Problêmes par le Quartier Sphérique; inſtrument aſtronomique dont les Marins font grand uſage ſur Mer : c'eſt la repréſentation d'un quart de cercle, ou le quart d'un Aſtrolabe, dans lequel le plan de l'inſtrument repréſente celui d'un Méridien quelconque. Voyez la Figure 45.

350. Enfin la troiſieme méthode, qui eſt ſans contredit la plus exacte, conſiſte à réſoudre ces Problêmes par le

calcul Trigonométrique (1) ; elle ſeule mérite d'être employée ; car les deux autres ſont ſi défectueuſes, qu'on ne devroit jamais en faire uſage dans les cas où l'on a beſoin d'exactitude. Nous ne les avons miſes ici que pour exercer les Eleves dans l'Aſtronomie, & pour leur faire mieux concevoir le calcul en arrivant au même but par différens moyens.

PROBLÊME PREMIER.

Connoiſſant la Latitude d'un lieu & la Déclinaiſon du Soleil, trouver l'Heure de ſon Lever & de ſon Coucher.

351. Lorſqu'on connoît la latitude de l'endroit où l'on eſt, & la déclinaiſon du Soleil, il eſt facile de trouver par le calcul, ou autrement, l'heure du lever & du coucher de cet Aſtre ; ce qui ſert à régler les Horloges ou Sabliers qu'on a dans les vaiſſeaux. Quoiqu'on n'obſerve gueres la latitude qu'à midi, il eſt très facile, par la connoiſſance de la route, & par le chemin qu'on peut avoir fait dans le Nord ou dans le Sud, depuis la derniere obſervation, de connoître par quelle latitude on eſt le matin ou le ſoir.

Exemple. Etant par 50 degrés de latitude Nord, le Soleil ayant 22° 30′ de déclinaiſon Boréale. On demande l'heure de ſon lever & de ſon coucher.

352. *Premiere Méthode.* On décrit un cercle HZRQ Fig. 46.
(Fig. 46.) en lui donnant pour rayon la longueur de la Corde de 60 degrés ; ce cercle repréſente le Méridien. On tire un diametre HR, pour marquer l'Horiſon, & on lui éleve la perpendiculaire *Zn*, qui repréſente (92) le premier vertical, & les points Z & *n*, le zénit & le nadir : on fait enſuite l'arc ZE égal à la latitude du lieu où l'on eſt (304), ou à la hauteur polaire : ainſi étant par 50 degrés de latitude, nous ferons l'arc ZE de 50 degrés ; nous mettrons le même nombre de degrés depuis *n* juſqu'en Q, & ayant conduit l'Equateur EQ, on lui éleve la perpendi-

(1) On trouve dans les Leçons de Navigation un Abrégé de Trigonométrie Rectiligne & Sphérique.

culaire N S, qui repréſente l'axe du monde : on peut, ſi l'on veut, pour tirer cette ſeconde ligne, faire l'arc NR, égal à la latitude ZE, puiſque la hauteur du Pole lui eſt égale.

Fig. 46. 353. On mettra enſuite depuis E juſqu'en F, le même nombre de degrés de déclinaiſon, que depuis Q juſqu'en D, ſi l'Aſtre eſt du côté du Pole élevé; ſi la déclinaiſon étoit au contraire du côté du Pole abaiſſé, on marqueroit les deux points F & D de l'autre côté de l'Equateur : on fera donc EF & QD, dans cet exemple, de 22° 30′, puiſque la déclinaiſon du Soleil eſt Nord de cette quantité. On tirera après cela la ligne droite DF, qui repréſente le parallele que décrit le Soleil. Le point le plus bas D repréſente le point de minuit; le point F, celui de midi; & le point A eſt celui du lever & du coucher de cet Aſtre : ſi l'on prend le milieu de DF, on aura en K le point de 6 heures. Ainſi pour découvrir à quelle heure le Soleil ſe leve & ſe couche, il s'agit de ſavoir combien cet Aſtre met de tems à ſe rendre de A en K ou de K en A, à proportion de tout le chemin DF, qu'il fait en 12 heures. Cette diſtance AK eſt l'intervalle de tems entre 6 heures du matin & le lever du Soleil, ou entre 6 heures du ſoir & ſon coucher; c'eſt ce que nous avons dit ci-devant (129) être la différence aſcenſionnelle. Pour la trouver, tirez du centre C par l'extrémité D du parallele de déclinaiſon, le rayon CD; par le point A, tirez AB perpendiculaire à DF, ou parallele à NS; prenez avec un compas l'intervalle CB, & portez-le ſur l'Equateur de C en I; alors CI, meſuré ſur la ligne des ſinus, donnera la différence aſcenſionnelle : ou bien par le point I, tirez IG parallele à CS, & meſurez GS ſur l'échelle des Cordes; on trouvera dans l'exemple propoſé 29° 35′.

354. La différence aſcenſionnelle étant ainſi trouvée, on la réduit en tems, à raiſon d'une heure pour 15 degrés, de 4 minutes de tems pour chaque degré & d'une minute d'heure pour 15 minutes de degré (159); il ne reſte plus après cela qu'à l'ajouter à 6 heures, & à l'en retrancher pour avoir l'heure du lever & du coucher du Soleil.

Lorſque la latitude du lieu & la déclinaiſon du Soleil ſont de même côté, toutes deux Nord ou toutes deux Sud, il faut toujours retrancher de 6 heures la différence aſcenſionnelle

sionnelle réduite en tems, pour avoir le lever de cet Astre, & l'ajouter à 6 heures pour avoir son coucher : c'est le contraire, quand la latitude & la déclinaison ne sont pas de même dénomination, c'est-à-dire, *qu'il faut ajouter la différence ascensionnelle à 6 heures pour avoir le lever du Soleil & la retrancher de 6 heures, pour avoir son coucher.*

355. Il suit delà que *le lever & le coucher du Soleil sont supplément l'un de l'autre à 12 heures*; ainsi en retranchant le lever de cet Astre de 12 heures, on aura son coucher, & réciproquement, en ôtant le coucher de 12 heures, on aura le lever.

356. *En doublant le tems du coucher du Soleil, on aura la longueur du jour ou l'arc diurne ; & en doublant le tems de son lever, on aura l'arc nocturne ou la durée de la nuit.*

357. Ainsi dans notre exemple, où la latitude & la déclinaison sont Nord, il faut retrancher de 6 heures la différence ascensionnelle CI 29° 35', ou sa valeur en tems 1h 58' 20" pour avoir le lever du Soleil, & l'ajouter à 6 heures, pour avoir son coucher. Fig. 46.

Opération.

CI = CB Sinus de la différence ascensionnelle du Soleil, mesurée par l'arc GS 29° 35', qui valent en tems . . .	1h 58' 20"
	6
Différence. Lever du Soleil	4h 1' 40"
Somme. Coucher du Soleil	7 58 20

358. *Autre maniere ; par le Quartier de réduction.* Soit décrit le quart de cercle PEQ (Fig. 47.) pour représenter un Quartier de réduction. La ligne EQ sera l'Equateur, EP la moitié de l'axe du monde & l'arc PQ le quart du Méridien. Fig. 47.

359. Faites ensuite l'arc QI égal à la déclinaison du Soleil ; & du centre E, tirez par le point I la sécante EF : par le point Q, tirez parallelement à EP, la tangente de la déclinaison QF ; portez-la de E en K, & tirez la ligne FK. Comptez la latitude ou la hauteur du pole, de P en H, & tirez l'Horison EH. Par le point de section A, de l'Horison avec la ligne FK, conduisez AG parallelement

à EP ; alors PG, mesuré sur l'échelle des Cordes, donnera la différence ascensionnelle, avec laquelle on trouvera comme ci-devant (354 & suiv.) l'heure du lever & coucher du Soleil.

Fig. 45. 360. *II. Méthode.* Tendez le fil du Quartier Sphérique sur le degré de la latitude, comptée depuis le point A : ce fil représentera l'Horison. Remarquez en quel point il coupe le parallele de la déclinaison du Soleil ; & le Méridien qui passe par ce point donnera sur le Tropique DL, l'heure cherchée. Les heures qui sont marquées au dessous du Tropique, & qui sont moindres que celles d'en haut, sont pour le lever du Soleil, quand la latitude & la déclinaison sont de même dénomination, & pour son coucher lorsqu'elles sont de différent côté : celles qui sont marquées au-dessus du Tropique, donnent le lever du Soleil, lorsque la latitude & la déclinaison sont de différent côté, & son coucher quand ces deux choses sont de même dénomination.

Fig. 48. 361. *III. Méthode.* Soit décrit le cercle HZRQ (Fig. 48.), comme en la premiere méthode, l'Horison HR, l'Equateur EQ & le parallele de déclinaison DF. Par les Poles & par le point A, décrivez le cercle de déclinaison *PAp*, & vous aurez le triangle Sphérique ACI, rectangle en I, dans lequel l'angle ACI est égal au complément de la hauteur du Pole, & l'arc AI à la déclinaison. On trouvera la différence ascensionnelle CI par l'analogie suivante.

Le rayon,
Est à la tangente de la latitude ;
Comme la tangente de la déclinaison,
Est au Sinus de la différence ascensionnelle.

Voyez N°. 354 & suiv.

Remarques sur la Méthode de trouver l'H'eure en Mer par le lever ou le coucher du Soleil.

362. Il faut remarquer que ce n'est pas le lever & le coucher apparent du centre du Soleil que ces méthodes fournissent : elles nous indiquent le tems auquel le centre du Soleil se trouve réellement dans l'Horison, & alors cet Astre nous paroît au-dessus, tant à cause de l'inclinaison de l'Horison de la mer, qu'à cause de la réfraction astronomique. Au moment du vrai passage du centre par le plan de l'Horison, on voit entre l'Horison de la Mer &

le bord inférieur du Soleil, un espace d'environ les deux tiers de son diametre.

363. Il faut donc prendre pour l'instant du lever ou du coucher du Soleil, celui auquel son bord inférieur paroît tant soit peu plus au-dessus de l'Horison de la Mer, que le centre du Soleil n'est au-dessus de ce bord; ou, ce qui revient au même, il faut prendre pour le vrai instant du lever ou du coucher du Soleil, celui auquel son centre paroît tant soit peu plus au-dessus de l'Horison de la Mer, que n'est la grandeur apparente de son diametre horisontal; c'est-à-dire, que le bord inférieur du Soleil doit paroître élevé au-dessus de l'Horison de 21 ou 22 minutes, ou son centre de 37 à 38 minutes.

364. Mais parce qu'il est difficile de distinguer à la vue simple si le Soleil est à la hauteur apparente requise, pour que son centre soit réellement dans l'Horison, on agira comme au Problême suivant; c'est-à-dire, que si on veut observer le Soleil quand son bord supérieur paroîtra toucher l'Horison de la Mer, son centre sera réellement alors 53 minutes au moins au-dessous de ce cercle; à savoir $33'\frac{1}{2}$ pour la réfraction, $3'\frac{1}{2}$ pour l'inclinaison de l'Horison de la Mer (en supposant l'œil élevé seulement de 11 pieds $\frac{1}{2}$) & 16 minutes pour le demi-diametre du Soleil. Or la question se réduira à chercher l'heure qu'il est, lorsque le Soleil a 53 minutes d'abaissement: si on a observé le bord inférieur, son centre sera seulement 21 minutes au-dessous de l'Horison, puisque le demi-diametre sera soustractif.

365. La méthode de trouver l'heure en Mer par le lever ou le coucher du Soleil, n'est pas susceptible d'une extrême précision, parce que la réfraction astronomique est trop inconstante dans le voisinage de l'Horison, c'est-à-dire, qu'à la même hauteur apparente, comme d'un demi-degré, par exemple, elle est tantôt de 30 minutes, tantôt de 28, de 25, &c., selon la disposition actuelle de l'air & des vapeurs qui sont à l'Horison. On sait encore qu'elle est plus petite dans les pays chauds que dans les pays froids, & sur-tout vers l'Equateur que hors des Tropiques: ainsi, on ne doit guere compter que sur environ une demi-minute de tems pour l'exactitude de la détermination de l'heure vraie, par le lever ou le coucher du Soleil, même en employant le calcul trigonométrique, & ayant égard à l'inclinaison de l'Horison & à la réfraction, parce qu'il faut ajouter à l'inconstance des réfractions quelque incertitude

dans la latitude du lieu & dans la déclinaison du Soleil, dont le calcul se regle sur la longitude estimée du même lieu.

PROBLÊME II.

Connoissant la Latitude d'un lieu, la Déclinaison du Soleil & sa Hauteur, trouver l'Heure qu'il est.

366. La plupart des Pilotes ont coutume de régler leurs Horloges sur le tems où ils cessent de voir le Soleil monter, & où ils croient qu'il est au Méridien, lorsqu'ils prennent hauteur : mais cette méthode est tout-à-fait défectueuse, parce que la hauteur de cet Astre vers midi est sensiblement la même pendant un tems assez considérable ; au lieu que ce n'est pas la même chose lorsque le Soleil est vers l'Orient ou vers l'Occident.

EXEMPLE. Etant par 50 degrés de latitude Nord, le Soleil ayant 22° 30′ de déclinaison Boréale ; on a observé sa hauteur, & on l'a trouvée de 46°, déduction faite de l'inclinaison de l'Horison de la Mer & de la réfraction. On demande l'heure qu'il étoit dans l'instant de l'observation.

367. *Premiere Méthode.* Si on se conforme à ce que nous avons dit dans le Problême précédent (352, &c.), la
Fig. 46. Figure 46 sera faite en partie, puisque la latitude & la déclinaison sont les mêmes ; il ne reste donc plus qu'à porter 46 degrés de hauteur au-dessus de l'Horison, depuis H jusqu'en L, & depuis R jusqu'en M, & on tirera la ligne droite LM, qui sera parallele à l'Horison, & qui tiendra lieu d'un almicantarat : cette ligne coupera le parallele de déclinaison DF en *a* ; & il est évident que le Soleil, lorsqu'on l'a observé à 46 degrés de hauteur, répondoit à ce point.

368. Par le Soleil *a*, j'éleve à DF une perpendiculaire *ab* jusqu'à la rencontre du rayon CF ; ou, ce qui revient au même, je tire *ab* parallelement à NS : ensuite je porte C*b* de C en *i* ; & C*i*, mesuré sur la ligne des sinus & réduit en tems, me donne l'intervalle qu'il y a entre 6 heures & le moment de l'observation. Dans cet exemple on trouvera C*i* de 45° 52′, qui valent $3^h\ 3'\ 28''$. Si l'observation

a été faite le matin, on ajoutera ce nombre à 6 heures & on aura 9h 3′ 28″; mais si l'observation a été faite le soir, on retranchera ce nombre de 6 heures pour avoir la distance du Soleil au Méridien ou l'heure après-midi, c'est-à-dire, 2h 56′ 32″; & supposé que les montres marquassent alors 2h 50′, ce seroit une marque qu'elles retarderoient de 6′ 32″. On peut aussi trouver tout de suite la distance où étoit le Soleil à l'égard du Méridien; il suffit de tirer *gi* parallele à NS, & de mesurer l'arc *Eg* sur l'échelle des Cordes.

Opération.

C*i* = C*b* Sinus de la distance du Soleil à 6h, mesurée par l'arc S*g*, 45° 52′, qui valent en tems	3h	3′	28″
	6	0	0
Tems vrai de l'observation au matin	9h	3′	28″
Tems vrai au soir	2	56	32
Tems supposé marqué à la montre au soir	2	50	0
Donc la montre retarde sur le tems vrai de . . .		6′	32″

Ou bien.

E*i* distance du Soleil au Méridien, mesurée par l'arc E*g* 44° 8′, qui valent en tems 2h 56′ 32″.			
Donc tems vrai de l'observation au soir	2h	56′	32″
Otez de	12	0	0
Tems vrai au matin	9h	3′	28″

369. *II. Méthode.* Tendez le fil du Quartier Sphérique sur le degré de la latitude, pour représenter l'Horison. Prenez avec un compas sur le côté CA, depuis le centre C, la hauteur du Soleil; portez l'une de ses pointes sur le parallele de déclinaison, de sorte que l'autre pointe rase le fil; alors si on imagine une ligne, qui passe par ce point & qui soit parallele au fil, elle représentera l'almicantarat du Soleil; & le Méridien qui passe par le point où cet almicantarat coupe le parallele de déclinaison du Soleil, marquera sur le Tropique l'heure requise. Fig. 45.

370. L'ouverture du compas se porte au-dessus du fil, lorsque la latitude & la déclinaison sont de même dénomination, toutes deux Nord ou toutes deux Sud; & elle se

porte au-dessous du fil, si elles sont de différente dénomination.

371. La latitude & la déclinaison étant de même côté, le Soleil est alors du côté du Pole visible A, & par conséquent entre l'Horison CE & le Pole A. Dans ce cas l'arc du Méridien AEB marque l'heure de minuit, & les heures qui sont au-dessous du Tropique, c'est-à-dire, les plus foibles, sont les heures du matin : celles qui sont au-dessus marquent les heures du soir.

372. Mais il arrive souvent que la hauteur du Soleil est trop grande pour que l'almicantarat puisse couper le parallele de déclinaison dans l'instrument ; alors on met au lieu du fil une regle ICH, qui passe par le centre C, & qui fait, avec la ligne AC, l'angle ACH égal à la hauteur du Pole ou à la latitude ; voilà pourquoi on a divisé la ligne FG selon la proportion des degrés de latitude. Dans cette position la regle représente l'Horison, & l'on s'en sert comme du fil CE pour connoître l'heure qu'il est. Ici le Soleil se trouve à midi dans le quart de cercle AB, & les petites heures marquées au-dessous du Tropique désignent les heures d'après-midi, & les plus grandes sont celles du matin.

373. Enfin quand la latitude & la déclinaison sont de différente dénomination, le point A représente le Pole qui est sous l'Horison ; ainsi le Soleil doit être au-dessous du fil CE, du côté de l'Equateur CB : alors l'arc du Méridien AB marque midi ; & les heures qui sont au-dessus du Tropique, c'est-à-dire, les plus grandes, donnent l'heure du matin, & celles qui sont au-dessous marquent les heures du soir.

374. *III. Méthode.* La solution de ce Problême consiste à trouver la distance de l'Astre au Méridien : si donc HZRQ
Fig. 49. (Fig. 49.) représente le Méridien, P le Pole élevé, EQ l'Equateur, Z le zénit, HR l'Horison & A le lieu de l'Astre dans le Ciel ; il est clair que ZP représentera le complément de la hauteur du Pole ou de la latitude. Le demi-cercle ZAz, qui va du zénit par l'Astre jusqu'au nadir, sera un vertical (91), dont la partie AZ marquera la distance de l'Astre A au zénit, ou le complément de sa hauteur. Le demi-cercle PAp, tiré d'un Pole à l'autre passant par l'Astre est un Méridien ou cercle de déclinaison ; son

arc AP sera donc la distance de l'Astre au Pole ou le complément de sa déclinaison. De sorte qu'en considérant le triangle Sphérique ZAP, on voit aisément, 1°. que l'angle ZPA formé au Pole, qu'on appelle *Angle horaire*, & qui mesure l'arc BE de l'Equateur, ou l'arc AF du parallele de l'Astre, exprime la distance de l'Astre au Méridien : 2°. que l'angle PZA formé au zénit, est le supplément de l'angle AZE, qui mesure l'arc HI de l'Horison, lequel arc HI est l'azimut de l'Astre (94). Nous n'examinerons point l'angle ZAP, quoiqu'il soit utile dans plusieurs calculs astronomiques ; cet angle est formé à l'Astre par le vertical & le cercle de déclinaison ; on l'appelle *Angle parallactique*. En résumant tout ce qu'on vient de dire, on voit que le triangle Sphérique APZ contient cinq choses d'usage dans la Navigation ; savoir, le côté ZP le complément de la latitude, le côté AP le complément de la déclinaison de l'Astre, le côté AZ sa distance au zénit, l'angle horaire APZ sa distance au Méridien & l'angle AZP le supplément de son azimut ; & par conséquent trois de ces cinq choses étant données, on peut calculer celle des deux autres qu'on voudra, par les regles de la Trigonométrie Sphérique.

375. Après cette exposition générale, nous trouverons facilement le cas que nous avons à résoudre ; ainsi pour avoir la distance d'un Astre au Méridien ou son Angle horaire, par le moyen de sa hauteur observée, de sa déclinaison connue & de la hauteur du Pole ; *ajoutez ensemble* (comme dans l'opération suivante) *la distance vraie de l'Astre au zénit, la distance du Pole au zénit & la distance de l'Astre au Pole élevé sur l'Horison* (c'est le complément de la déclinaison de l'Astre, si cette déclinaison est de même dénomination que la latitude du lieu; mais si la déclinaison & la latitude sont de différent côté, la distance de l'Astre au Pole élevé sera la somme de la déclinaison & de 90 degrés). *Prenez la moitié de la somme, & de cette moitié ôtez alternativement la distance du Pole au zénit & la distance de l'Astre au Pole élevé ;* ce qui vous donnera deux restes.

376. *Additionnez en une seule somme les sinus logarithmes de ces deux restes, & les complémens arithmétiques des sinus logarithmes de la distance du Pole au zénit & de la distance*

de l'Aſtre au Pole. Prenez la moitié de la ſomme, & vous aurez le ſinus logarithme de la moitié de l'angle horaire, dont le double ſera la diſtance de l'Aſtre au Méridien que l'on cherche.

On ſait que pour avoir le complément arithmétique d'un logarithme, il faut ôter ce logarithme de celui du rayon, c'eſt-à-dire, de 10.000000.

377. On aura donc pour l'exemple propoſé N°. 366 :

Diſt. vraie du Soleil au zénit . .	44° 0'			
Diſt. du Pole au zénit. . . .	40 0	ſin. logar. . .	9.808067	(a)
Diſt. du Soleil au Pole élevé. .	67 30	ſin. logar. . .	9.965615	(b)
Somme	151° 30'	(a) com. ar.	0.191933	
Moitié	75 45	(b) com. ar.	0.034385	
Moitié—diſt. du Pole au zénit .	35° 45'	ſin. logar. . .	9.766598	
Moitié—diſt. du Sol au P. élevé.	8 15	ſin. logar. . .	9.156830	
Somme des ſin. des 2 reſtes & des comp. arith.			19.149746	
Moitié. Sinus du demi-angle horaire .	22° 4' 9" . . .		9.574873	
Donc angl. hor., ou diſt. au Méridien .	44 8 18 = 2h		56' 33".	

Trouver l'Heure qu'il eſt la nuit, par de ſemblables opérations appliquées à l'obſervation de la Hauteur d'une Etoile.

378. On pourra, par des opérations ſemblables, déterminer l'heure vraie pendant la nuit, à l'aide d'une Etoile, par le moyen de ſa hauteur obſervée, de ſa déclinaiſon & de la latitude du lieu où l'obſervation aura été faite. Il y aura cette différence que la diſtance de l'Etoile au Méridien trouvée comme au Soleil (375 & ſuiv.) ſera toujours trop grande, parce que les Etoiles n'emploienr qu'environ 23 heures 56' à faire leur révolution journaliere. On retranchera pour cela du tems trouvé, une minute pour 6 heures, ou 10 ſecondes par heure, ou autant de ſecondes qu'il y a de fois 6 minutes, & le reſte ſera la vraie diſtance de l'Etoile au Méridien. On aura avec plus d'exactitude la quantité qu'il faut retrancher, en prenant le mouvement du Soleil en aſcenſion droite, correſpondant à la diſtance de l'Etoile au Méridien en tems ſolaire, à raiſon de ſon mouvement diurne au jour donné.

379. Ayant calculé le tems vrai du paſſage de l'Etoile au Méridien du Navire (294 & ſuiv.), on en retranchera ſa vraie diſtance au Méridien (trouvée comme on vient de le dire),

si l'observation a été faite du côté de l'Orient ; ou on ajoutera cette distance, si la hauteur a été prise du côté de l'Occident : le reste ou la somme donnera l'heure vraie de l'observation de la hauteur de l'Etoile.

380. Exemple. Le 2 Janvier 1784, un Pilote étant en Mer par 33° 48′ de latitude Nord & par 60 degrés de longitude estimée Ouest à l'égard de Paris, a trouvé en observant par devant la hauteur de l'Etoile, *Sirius*, de 15° 5′ du côté de l'Orient ; au moment où une montre marquoit 8 heures 2′ du soir, l'œil étant élevé de 24 pieds au-dessus du niveau de la Mer. On demande l'heure vraie de l'observation & l'état de la montre.

1°. En faisant les calculs indiqués n°. 294 & suiv., on a trouvé que Sirius a dû passer au Méridien du Navire le 2 Janvier 1784, à 11 heures 41′ 13″.

2°. On trouve dans la Table, page 26, la déclinaison de cette Etoile pour le premier Janvier 1780 de 16° 25′ 6″ Sud, avec une augmentation annuelle de 3″,1 : or, depuis le premier Janvier 1780, jusqu'au commencement de 1784, il y a 4 ans ; c'est donc 12″ à ajouter avec 16° 25′ 6″, & la somme 16° 25′ 18″ est la déclinaison de Sirius au commencement de 1784.

3°. Si de la hauteur observée on retranche 5′,0 pour l'inclinaison & 3′,0 pour la réfraction, la hauteur vraie ou corrigée sera de 18° 57′.

381. Maintenant avec ces données, il est facile de trouver la distance de Sirius au Méridien, soit en faisant une Figure graphique, soit par le Quartier Sphérique, soit enfin par le calcul. En employant ce dernier moyen, on trouvera l'angle horaire de Sirius de 52° 47′ 30″, qui, réduits en tems, donnent 3 heures 31′ 10″ pour la distance de cette Etoile au Méridien, comptée en tems solaire ; ainsi il faut diminuer cette distance de 35″ (à raison de 10″ pour heure, ou d'une seconde pour 6 minutes), & le reste 3 heures 30′ 35″ donne à très-peu près la distance du Sirius au Méridien.

382. On aura cette distance avec plus de précision, en prenant le mouvement du Soleil en ascension droite pour 3 heures 31′ 10″, à raison de 4′ 24″ pour 24 heures (différence en ascension droite entre le 2 & 3 Janvier 1784) ; on le trouvera de 39″, qu'il faut ôter de 3 heures 31′ 10″, & on aura 3 heures 30′ 31″ pour la vraie distance de Sirius au Méridien.

383. Enfin en retranchant cette distance de l'heure du passage de Sirius au Méridien du Navire 11 heures 41′ 13″ (puisque la hauteur est Orientale) ; on aura 8 heures 10′ 42″ pour l'heure vraie de l'observation de la hauteur ; mais nous avons supposé

que la montre marquoit 8 heures 2′; ainsi elle est en retard de 8′ 42″.

Réflexions sur la Méthode de trouver l'Heure en Mer, par l'observation de la Hauteur des Astres.

384. Cette méthode est, sans contredit, la meilleure & la plus simple qu'on puisse employer sur Mer; il seroit même très-utile que l'usage de régler tous les jours les montres dont les Officiers sont munis, s'introduisît dans la Marine, afin de ne pas manquer les occasions de faire quelque observation utile, & de s'entretenir dans l'exercice des observations & des calculs: mais pour avoir des résultats exacts, il faut, outre les corrections faites à la hauteur observée pour l'inclinaison de l'Horison, & pour la réfraction, 1°. que lorsqu'on observe l'Astre, son mouvement en hauteur soit fort sensible, c'est-à-dire, qu'il s'éleve ou s'abaisse au moins de 3 ou 4 minutes de degrés à chaque minute de tems; il faut donc pour cela que si le Navire est hors des Tropiques, l'Astre soit au moins éloigné de deux heures du Méridien, & que sa déclinaison n'excede pas 60 degrés. Si le Navire est en dedans des Tropiques, on peut observer l'Astre un peu plus près du Méridien, sur-tout s'il a peu de déclinaison; mais alors sa grande hauteur en rend l'observation difficile, à moins que ce ne soit le Soleil: en général plus l'Astre est éloigné du Méridien & voisin du premier vertical, plus l'observation de sa hauteur est propre à faire trouver le tems vrai avec précision.

385. 2°. Il faut que l'Astre ne soit pas aussi trop près de l'Horison, parce que la réfraction astronomique n'y est pas toujours la même, & qu'elle y est fort incertaine, comme nous l'avons déjà remarqué (365); on peut donc observer les Astres à cinq ou six degrés de hauteur & au-dessus.

386. 3°. Il faut faire une réduction exacte de la route faite Nord & Sud par le Navire, depuis le moment qu'on a eu une latitude exacte, jusqu'à celui où l'on a observé la hauteur de l'Astre, afin d'avoir, avec plus de précision qu'il est possible, la hauteur du Pole qui entre dans le calcul de l'heure: on enseignera dans le Livre IV, n°. 537 & suivans, la méthode propre à faire cette réduction.

PROBLÈME III.

Connoissant la Latitude d'un lieu & la Déclinaison d'un Astre, trouver son Amplitude.

387. On a vu ci-devant (95) que *l'amplitude d'un Astre est l'arc de l'Horison compris entre le vrai point de l'Est ou de l'Ouest & le point du lever ou du coucher de cet Astre. L'amplitude est Ortive ou Orientale, si on la compte depuis le point d'Est ; & elle est Occase ou Occidentale, si on la compte depuis le point d'Ouest.*

388. *L'amplitude*, soit Ortive, soit Occase, *est toujours Nord pour les Astres qui sont entre l'Equateur & le Pole Nord ; & elle est Sud* au contraire *pour ceux qui sont entre l'Equateur & le Pole Sud ; c'est-à-dire, qu'elle est toujours du côté de la déclinaison de l'Astre* (1).

389. Ainsi, *l'amplitude du Soleil est Nord depuis environ le 20 Mars jusqu'au 22 de Septembre, & Sud depuis le 22 Septembre jusqu'au 20 Mars.*

Exemple. Etant par 50 degrés de latitude Nord, le Soleil ayant 22° 30′ de déclinaison Boréale. On demande son amplitude.

390. *Premiere Méthode.* Décrivez le Méridien HZRQ (Fig. 50.) ; tirez comme au premier Problême, l'Horison HR, l'Equateur EQ & le parallele de déclinaison DF ; le point A où ce parallele coupe l'Horison, sera celui où se trouve le Soleil au moment de son lever & de son coucher ; le point C répond (77 & 78) au vrai Est & au vrai Ouest ; ainsi l'arc de l'Horison AC représentera l'amplitude (95 & 387). Il suffira donc de mesurer cette distance AC sur la ligne des sinus : ou bien on tirera AG parallele à Zn, & on mesurera Gn sur l'échelle des Cordes : on trouvera dans l'exemple proposé 36° 32′ pour la vraie amplitude ; elle sera Fig. 50.

(1) Cette regle a aussi lieu pour les Astres qui sont élevés au-dessus de l'Horison, lorsque la latitude & la déclinaison sont de différente dénomination ; mais quand la latitude & la déclinaison sont de même côté, alors l'amplitude peut être du côté contraire à la déclinaison, c'est ce qui arrive après le passage des Astres par le premier vertical du côté de l'Orient, & avant leur passage par ce cercle du côté de l'Ouest ou de l'Occident.

Nord, puisque la déclinaison du Soleil est Nord (388).

391. *Autre maniere; par le Quartier de réduction.* Soit

Fig. 51. décrit le quart de cercle PEQ (Fig. 51.) pour représenter un Quartier de réduction; la ligne EQ sera l'Equateur, P le Pole, & le point E le véritable Est ou Ouest: faites ensuite l'arc PH égal à la hauteur polaire ou à la latitude, & tirez l'Horison EH; comptez la déclinaison de l'Astre de Q en I, & tirez la ligne CI parallele à l'Equateur. Le point A, où cette ligne coupe l'Horison sera celui du lever & du coucher de l'Astre; ainsi AE représentera le sinus de l'amplitude; faites après cela EB égal à AE, en décrivant l'arc AB, & tirez BD parallelement à EQ; alors l'arc DQ, mesuré sur l'échelle des Cordes ou compté sur le Quartier de réduction, donnera la vraie amplitude.

Fig. 45. 392. *II. Méthode.* Tendez le fil CE du Quartier Sphérique, sur le degré de la latitude ou hauteur du Pole AE; il représentera l'Horison; le point où ce fil coupera le parallele de déclinaison déterminera l'amplitude, en prenant avec un compas la distance du centre C à ce point, & en la mesurant sur l'Equateur BC, ou sur l'Ecliptique CD, ou enfin sur le Colure des Equinoxes AC.

393. *III. Méthode.* Dans le triangle Sphérique ACI

Fig. 48. (Fig. 48.) il est aisé de voir que l'amplitude de l'Astre, qui est en A au moment de son lever & de son coucher, est l'hypoténuse AC; on connoît dans ce triangle l'angle ACI, complément de la hauteur du Pole, & le côté AI, déclinaison de l'Astre. On aura donc son amplitude en disant:

Le cosinus de la latitude,
Est au sinus de la déclinaison;
Comme le rayon,
Est au sinus de l'amplitude.

394. Il faut remarquer que l'amplitude trouvée comme nous venons de l'enseigner, ne convient pas à l'instant auquel le Soleil, à son lever ou à son coucher, paroît comme à demi coupé par l'Horison: l'Astre est alors réellement trop bas, tant par l'inclinaison de l'Horison de la Mer, que par l'effet de la réfraction qui courbe les rayons de lumiere. L'amplitude tant Ortive qu'Occase, que nous donnent ces méthodes, est celle qu'a le Soleil, lorsque son bord inférieur paroît élevé au-dessus de l'Horison d'environ les deux tiers de son diametre; c'est

alors que ſon centre eſt effectivement dans l'Horiſon, & c'eſt donc dans cet inſtant qu'il eſt à propos de l'obſerver avec le compas de variation, pour voir ſi l'amplitude marquée ſur le compas convient avec la vraie amplitude qui eſt trouvée par l'une des méthodes précédentes.

395. Comme il eſt difficile d'obſerver à la vue ſimple, ſi le Soleil eſt à la hauteur apparente requiſe, pour que ſon centre ſoit réellement dans l'Horiſon, on agira comme au Problême V. Si on veut donc obſerver le Soleil quand ſon bord ſupérieur paroîtra toucher l'Horiſon de la Mer; ſon centre, comme nous l'avons dit N°. 364, ſera réellement alors 53 minutes au moins au-deſſous de ce cercle : ainſi la queſtion ſe réduira à chercher l'azimut du Soleil, lorſque l'Aſtre a 53 minutes d'abaiſſement : ſi on a obſervé le bord inférieur, ſon centre ſera ſeulement environ 21 minutes au-deſſous de l'Horiſon.

PROBLÊME IV.

Connoiſſant la Latitude d'un lieu & la Déclinaiſon d'un Aſtre, trouver ſa Hauteur & l'Heure, lorſqu'il eſt dans le premier vertical, ou qu'il répond exactement au-deſſus du vrai Eſt ou du vrai Oueſt.

Exemple. Etant par 50 degrés de latitude Nord, le Soleil ayant 22° 30′ de déclinaiſon auſſi Nord. On demande ſa hauteur & le moment de ſon paſſage par le premier vertical.

396. *Premiere Méthode.* Décrivez, comme aux Problêmes précédens, le Méridien HZRQ (Fig. 50.), l'Horiſon HR Fig. 50.
& ſa perpendiculaire Z*n* qui repréſente (92) le premier vertical; tracez auſſi l'Equateur EQ & le parallele de déclinaiſon DF : alors la hauteur du Soleil au moment de ſon paſſage par le premier vertical ſera indiquée par CO; ainſi meſurant cette diſtance ſur la ligne des ſinus, on trouve 29° 58′; ou par le point O tirez un almicantarat, ce ſera celui du Soleil au moment requis. Pour avoir l'heure on opérera comme au ſecond Problême, & on trouvera 20° 20′ pour la diſtance du Soleil à 6 heures, ou 69° 40′ pour la diſtance de cet Aſtre au Méridien, c'eſt-à-dire, 4^h 38′ 40″ pour l'heure après midi, par conſéquent 7^h 21′ 20″ pour le matin.

397. *Autre maniere; par le Quartier de réduction.* On agit à-peu-près comme pour l'amplitude; on fait PH (Fig. 51.) Fig. 51.
égal au complément de la hauteur du Pole, ou QH égal à la

latitude ; alors EH repréſente le premier vertical : on tire enſuite le parallele de déclinaiſon CI, ce qui détermine le Soleil en A, & par conſéquent AE eſt le ſinus de la hauteur de cet Aſtre lorſqu'il eſt dans le premier vertical ; on décrit enſuite l'arc AB & on tire BD parallelement à l'Equateur EQ, ce qui donne l'arc DQ pour la hauteur requiſe.

398. On peut auſſi trouver par le Quartier de réduction le moment du paſſage du Soleil au premier vertical. Pour cela on opere comme au premier Problême, N°. 358, à cela près qu'au lieu d'employer la latitude, on emploie ſon complément : on
Fig. 47. cherche donc PG (Fig. 47.) ; on le réduit en tems, & on l'ajoute à 6 heures pour avoir l'heure du paſſage au premier vertical au matin ; on retranche au contraire de 6 heures PG en tems pour le paſſage du ſoir.

Fig. 45. 399. *II. Méthode.* Mettez le fil CE du Quartier Sphérique ſur la latitude, en comptant du point B vers E, ou ſur ſon complément en comptant à l'ordinaire : ce fil repréſentera le premier vertical, & ſon extrémité E marquera le zénit ; le point A ſera le Pole du monde & la ligne BC l'Equateur : le point où le parallele de déclinaiſon coupera le fil déterminera le Soleil, & ſa diſtance au centre C du Quartier ſera ſa hauteur au moment de ſon paſſage par le premier vertical ; enfin le Méridien, qui paſſera par le Soleil, indiquera l'heure de ce paſſage, qui arrive toujours le matin après 6 heures, & le ſoir avant.

400. *III. Méthode.* Ayant fait une figure comme il a été dit aux Problêmes précédens, faites paſſer un cercle de déclinaiſon par l'Aſtre, ſuppoſé dans le premier vertical, ce qui donnera un triangle ſphérique rectangle, dont l'hypoténuſe ſera la hauteur cherchée : on la trouvera par cette analogie :

Le ſinus de la latitude,
Eſt au ſinus de la déclinaiſon ;
Comme le rayon,
Eſt au ſinus de la hauteur dans le premier vertical.

401. On aura auſſi par le calcul la diſtance de l'Aſtre au Méridien, en faiſant cette proportion :

Le rayon,
Eſt à la cotangente de la latitude ;
Comme la tangente de la déclinaiſon,
Eſt au coſinus de la diſtance de l'Aſtre au Méridien.

402. La diſtance au Méridien, réduite en tems, donne

l'heure requise après midi, si c'est le Soleil qu'on veut observer; mais pour une Etoile il faut ajouter cette distance à l'heure de son passage par le Méridien, ou l'en retrancher, selon que l'Etoile est observée à l'Occident ou à l'Orient.

403. Il faut remarquer que la hauteur trouvée par ces méthodes est la vraie; ainsi pour avoir l'apparente ou celle que donne l'instrument, il faut ajouter à la vraie la réfraction & l'inclinaison de l'Horison visuel.

PROBLÊME V.

Connoissant la Latitude d'un lieu, la Déclinaison & la Hauteur d'un Astre, trouver son Azimut.

404. Nous avons déjà dit (94) que *l'azimut d'un Astre est l'arc de l'Horison compté depuis le Méridien*, c'est-à-dire, *depuis le point Nord ou le point Sud de l'Horison, jusqu'au cercle vertical qui passe par le centre de l'Astre.*

405. L'azimut est toujours du côté de la déclinaison, à moins que la hauteur de l'Astre sur l'Horison n'excede celle qu'il a lors de son passage au premier vertical; car dans ce cas l'azimut est du côté contraire à la déclinaison : ce qui ne peut avoir lieu que quand la latitude & la déclinaison sont de même dénomination.

Cette regle revient à celle de la note du N°. 388, donnée pour l'amplitude.

Exemple. Etant par 50 degrés de latitude Nord, le Soleil ayant 22° 30′ de déclinaison Boréale & 46 degrés de hauteur vraie. On demande son azimut.

406 *Premiere Méthode*. Ayant décrit, comme ci-devant, le Méridien HZRQ (Fig. 50.), l'Horison HR, l'Equateur EQ, &c.; tirez du centre C à l'extrémité L de l'almicantarat le rayon CL; du point *a* où est le Soleil, tirez *a*B perpendiculaire à l'Horison, ou parallele à CZ; prenez avec le compas l'intervalle BC, & portez-le du même côté sur l'Horison de C en I : alors CI sera le sinus du complément de l'azimut, ou le sinus de l'amplitude (95); ou bien tirez I*g* parallele à C*n*, & vous aurez H*g* pour la mesure de l'azimut HI : on le trouvera dans l'exemple proposé de 67° 51′ du côté du Sud. Fig 50.

Fig. 45. 407. *II. Méthode.* Tendez le fil CE du Quartier Sphérique fur le degré de la latitude, en comptant du point A vers E; ce fil repréfente alors l'Equateur, le point A le zénit, le côté BC l'Horifon; les Ellipfes, qui fe coupent au zénit, indiqueront des verticaux ou azimuts, & les lignes paralleles à l'Horifon BC, des almicantarats ou paralleles de hauteur.

408. Prenez enfuite avec un compas fur le côté CA ou CB, depuis le centre C, la déclinaifon de l'Aftre; portez l'une de fes pointes fur l'almicantarat, de forte que l'autre pointe rafe le fil: alors fi on imagine une ligne qui paffe par ce point & qui foit parallele au fil, elle repréfentera le parallele de déclinaifon; & le vertical qui paffera par ce même point déterminera dans l'Horifon l'azimut de l'Aftre compté depuis le point B.

409. L'ouverture du compas fe porte au-deffus du fil, c'eft-à-dire, vers le point A, lorfque la latitude & la déclinaifon font de même dénomination, & elle fe porte au-deffous du fil, fi elles font de différent côté: dans l'un & l'autre cas, l'azimut eft toujours du côté contraire à la latitude, c'eft-à-dire, qu'il eft Sud quand la latitude eft Nord, & Nord quand elle eft Sud.

410. Lorfque la latitude & la déclinaifon font de même côté, le matin avant que le Soleil foit parvenu au premier vertical, ou le foir quand il a paffé ce cercle, le point où le parallele de déclinaifon coupe l'almicantarat, ne tombe pas dans le quart de cercle ABC; alors on met le fil ou une regle ICH de l'autre côté du point A, & on fait l'angle ACH égal à la hauteur du Pole: dans ce cas l'azimut eft de même dénomination que la latitude.

411. *III. Méthode.* On cherchera l'angle azimutal AZP
Fig. 49. (Fig. 49.) par le moyen des trois côtés donnés; AZ diftance de l'Aftre au zénit, AP fa diftance au Pole élevé, & PZ le complément de la latitude du Navire, ou la diftance du Pole au zénit. Nous avons déjà expliqué les fondemens de cette méthode au Problême II, N°. 374 & fuivans, & le calcul s'en fait précifément de même, en mettant la diftance de l'Aftre au Pole élevé à la place de la diftance au zénit.

OPÉRATION.

Opération *pour l'Exemple proposé ci-devant N°. 405.*

Dist. du Soleil au Pole élevé . .	67° 30′			
Dist. du Pole au zénit. . . .	40 0	sin. logar. . .	9.808067	(a)
Dist. vraie du Soleil au zénit .	44 0	sin. logar. . .	9.841771	(b)
Somme	151° 30′	(a) com. ar.	0.191933	
Moitié	75 45	(b) com. ar.	0.158229	
Moitié—dist. du Pole au zénit .	35° 45′	sin. logar. . .	9.766598	
Moitié—dist. du Sol au zénit .	31 45	sin. logar. . .	9.721162	
Somme des sin. des 2 restes & des comp. arith.			19.837922	
Moitié. Sinus du demi-angle azimutal .	56° 4′ 32″ . . .		9.918961	
Donc angl. azimutal cherché AZP .	112 9 4			

Cet angle est mesuré par l'azimut RI, compté depuis le Méridien le plus éloigné, & son supplément 67° 50′ 56″ est l'azimut HI compté depuis le plus proche Méridien, comme on a coutume de le faire.

L'angle azimutal AZP donne toujours l'azimut du côté de la latitude ; & quand il excede 90°, on prend son supplément ; alors l'azimut est du côté opposé à la latitude, comme dans l'exemple proposé.

Autres exemples. Etant par { 30° 10′ / 45 0 / 60 0 } de latitude du Sud la déclinaison du Soleil étant de { 10° 35′ N / 12 0 S / 23 24 S } & sa hauteur vraie de { 35° 15′ / 40 0 / 15 52 }. On demande son azimut.

Rép. 47° 52′ N. 62° 55′ N. 70° 31′ S.

Autre Exemple. Etant par 29° 20′ de latitude Nord, le Soleil ayant 20° de déclinaison Sud ; on a trouvé, en le regardant en face, la hauteur de son bord inférieur de 30 dégrés, l'œil étant élevé de 16 pieds au-dessus du niveau de la Mer. On demande son azimut.

Rép. Haut. vraie 30° 10′. Azimut Sud 38° 42′.

N. B. On trouvera dans les Leçons de Navigation un plus grand nombre de Problêmes astronomiques appliqués à plusieurs exemples.

I



LIVRE TROISIEME.

De la Route générale du Navire.

PREMIERE SECTION.

De la Direction que suit le Vaisseau.

CHAPITRE PREMIER.

De la Construction de la Boussole, & de son usage pour reconnoître la Direction que suit le Vaisseau.

412. LA Boussole est un instrument composé d'une boîte, qui porte à son fond un pivot sur lequel est placée une aiguille aimantée, collée sous une rose des vents.

413. Son invention a changé la face de la Navigation, & l'a rendue très-différente de celle des Anciens, qui n'osoient gueres se hasarder en pleine Mer, ni s'exposer à perdre la terre de vue. Sa principale partie est une regle ou aiguille d'acier, qu'on frotte ou qu'on *touche* à une pierre d'aimant, ce qui lui donne la propriété singuliere de se diriger vers le Nord & vers le Sud, & d'indiquer à peu près la direction du Méridien. Pour cet effet, il faut

qu'elle puisse tourner librement sur un pivot, ou qu'elle soit suspendue par le milieu à un fil, ou enfin qu'elle nage sur un fluide en repos.

414. On a remarqué que l'aiguille aimantée, après avoir tourné librement, ne prenoit qu'à peu près la direction Nord & Sud; c'est-à-dire, que la direction qu'elle prend fait presque toujours quelqu'angle avec la ligne méridienne : on appelle cet angle *la Déclinaison* de l'aiguille, & plus communément sur Mer *la Variation*. La ligne dans laquelle s'arrête une aiguille placée librement sur un pivot, s'appelle un *Méridien magnétique ;* ainsi *la variation est l'angle entre le Méridien magnétique & le Méridien véritable.*

415. On a remarqué encore que, si avant d'aimanter une aiguille, on la met en équilibre & de niveau sur un pivot, aussi-tôt qu'on l'a aimantée, elle perd son niveau, & s'incline plus ou moins vers l'Horison, selon la position de l'aiguille à l'égard du Méridien magnétique, & selon les différens lieux de la Terre où l'on transporte cette aiguille; cette propriété s'appelle *l'Inclinaison* de l'aiguille aimantée. Dans un même lieu, l'inclinaison est la plus petite, lorsque l'aiguille est dans le plan du Méridien magnétique; & elle est de 90 degrés, ou ce qui est la même chose, l'aiguille se tient perpendiculaire à l'Horison, quand elle est dans un plan perpendiculaire au Méridien magnétique. Dans l'Hémisphere Septentrional de la Terre, c'est le bout de l'aiguille qui indique le Nord qui s'abaisse; le contraire arrive dans l'autre Hémisphere. L'inclinaison de l'aiguille aimantée étoit à Paris le premier Juin 1786 de 71° 5′. On est donc obligé, pour rendre l'équilibre à l'aiguille après qu'elle a été touchée, de limer ou d'user à plusieurs reprises, & petit à petit, un peu de la partie qui paroît plus pesante, jusqu'à ce qu'elle reste enfin bien de niveau sur son pivot : ou bien on charge la rose, du côté opposé, d'un peu de cire d'Espagne.

416. La forme des aiguilles qu'on veut aimanter n'est point indifférente; on les faisoit ci-devant en parallélograme ou losange, soit avec de la tôle qu'on évidoit par le milieu, soit avec du fil de fer; mais on a remarqué que ces aiguilles avoient peu de vivacité ou peu de vertu. L'aiguille pour être bonne doit être toute simple : on la fait longue de 5 ou 6 pouces; on lui donne une demi-ligne ou trois quarts de ligne d'épaisseur & 5 ou 6 lignes de largeur, de sorte qu'elle forme un rectangle fort allongé. On la perce dans le milieu afin d'y pouvoir appliquer la *chape*, qui est un petit morceau de laiton ou

d'agate creusé par-dessous, & le pivot sur lequel pose la chape soutient l'aiguille & lui donne la liberté de tourner.

Méthode de Toucher ou d'Aimanter les Aiguilles de Boussole.

417. On aimante plus parfaitement l'aiguille, ou on la touche mieux, lorsqu'on a deux bons aimans. Après qu'on a bien limé & poli l'aiguille, on la pose sur une table, on applique le bouton de l'armure d'un des aimans proche le milieu, on le fait glisser vers la pointe de l'aiguille, en appuyant un peu fortement; & on fait la même chose en même-tems de l'autre côté avec l'autre aimant, en se servant de l'autre Pole. On peut se servir aussi d'une seule pierre; & c'est même la maniere qui est le plus en usage. Après avoir fait glisser trois ou quatre fois de suite un des boutons de l'armure, depuis la chape de l'aiguille jusqu'à 7 ou 8 pouces de distance au-delà d'un même bout de l'aiguille, on fait glisser l'autre bouton autant de fois & de la même maniere, depuis la chape jusqu'à 7 ou 8 pouces de distance au-delà de l'autre bout.

418. On supplée aux aimans naturels par des aimans artificiels; ce sont quelquefois de simples morceaux d'acier bien trempés, qu'on a fortement aimantés, & on s'en sert comme d'aimans. C'est toujours le Pole qui se tourne vers le Sud, qui sert à aimanter l'extrémité de l'aiguille qu'on destine à marquer le Nord; & l'autre Pole sert à aimanter l'autre extrémité.

De la Rose de la Boussole & de sa division en Airs ou Rumbs de Vent.

419. L'aiguille étant aimantée, on la place sur un pivot dans une boîte, qu'on a le soin de couvrir d'une glace, & le tout forme la Boussole. L'instrument est néanmoins presque toujours plus composé, lorsqu'on le destine à l'usage de la Marine. L'agitation du Vaisseau étant quelquefois fort grande, on se trouve obligé de munir la Boussole d'une double boîte: celle de dedans est soutenue au milieu d'un ou de deux *balanciers* ou quadres de cuivre qui sont l'un dans l'autre, & qui se placent horisontalement, en portant sur de petits boulons, comme dans les lampes de Cardan. Nous avons soin d'avertir expressément que les

balanciers doivent être de cuivre; car il faut qu'il n'entre absolument aucun autre fer que l'aiguille aimantée, dans la construction des Boussoles; & on ne sauroit aussi pousser l'attention trop loin pour exclure la plus petite partie de ce dernier métal du voisinage de ces instrumens. Une aiguille toute simple seroit presque toujours trop sujette à vaciller; outre cela, il ne suffit pas de connoître le Nord & le Sud, on a besoin en Mer de connoître un plus grand nombre de différentes directions : c'est pourquoi on charge l'aiguille d'un carton très-léger, ou plutôt d'une feuille de talc d'Irlande très-mince, taillée en rond, & collée entre deux morceaux de papier; & on trace dessus une *Rose des Vents*, qui est un cercle divisé en 32 parties égales par des rayons qu'on Fig. 52. nomme *Rumbs* ou *Airs de vent*.

420. Le Nord est indiqué par une fleur-de-lis qui doit répondre à l'extrémité de l'aiguille. Une autre ligne est perpendiculaire à la ligne Nord & Sud; elle indique d'un côté l'Orient ou le Levant, & de l'autre l'Occident ou le Couchant : on lui donne dans la Marine le nom de ligne *Est* & *Ouest;* on nomme *Est* l'Orient & *Ouest* l'Occident. Ces quatre directions *Nord*, *Sud*, *Est* & *Ouest*, qui partagent la Boussole, & même l'Horison en 4 parties égales, sont regardées comme principales; on les nomme les Vents *Cardinaux*, & ils communiquent leurs noms à tous les autres.

421. L'air de vent qui est exactement entre le Nord & l'Est, emprunte son nom de ces deux premiers; il se nomme *Nord-Est.* On a de même le *Sud-Est* entre le Sud & l'Est; le *Sud-Ouest* entre le Sud & l'Ouest, & le *Nord-Ouest* entre le Nord & l'Ouest. L'Horison ou le tour de la Boussole se trouve de cette sorte divisé en huit parties égales, qui sont chacune de 45 degrés : on les partage de rechef par la moitié, & on donne encore aux airs ou rumbs de vent moyens, les noms des deux entre lesquels ils se trouvent, en observant d'employer toujours ceux des 4 Cardinaux les premiers. On a donc le *Nord-Nord-Est*, l'*Est-Nord-Est*, l'*Est-Sud-Est*, le *Sud-Sud-Est*, le *Sud-Sud-Ouest*, l'*Ouest-Sud-Ouest*, l'*Ouest-Nord-Ouest*, & le *Nord-Nord-Ouest*.

422. La Boussole se trouve alors divisée en 16 parties, qui sont chacune de 22° 30'; enfin on les subdivise encore en les partageant par la moitié; mais pour abréger un peu

les noms, on fuit, en nommant les nouvelles directions, une méthode un peu différente de la premiere. L'air de vent qui eft entre le Nord & le Nord-Nord-Eft, fe nomme le Fig. 52. *Nord quart de Nord-Eft ;* parce qu'il eft auprès du Nord, mais qu'il marque le quart de la diftance du Nord au Nord-Eft; cet air de vent eft prefque le Nord, mais il avance d'un quart vers le Nord-Eft. On a de l'autre côté du Nord le *Nord quart de Nord-Oueft*, c'eft-à-dire, le Nord qui avance un quart vers le Nord-Oueft. On forme le nom de tous les autres quarts de la même maniere. La Fig. 52 les repréfente avec tous les autres rumbs : nous les avons marqués par leurs lettres initiales, comme on le fait ordinairement dans la Marine; au lieu de *Nord quart de Nord-Eft*, on écrit N$\frac{1}{4}$ NE.

Des différentes fortes de Bouffoles & de leurs ufages.

423. On nomme *Compas de route*, les Bouffoles dont on fe fert pour diriger le *cap* ou la proue du Navire, du côté vers lequel on veut aller : ces Bouffoles font renfermées dans l'*Habitacle*, qui eft une efpece d'armoire ouverte, fituée felon la largeur du Vaiffeau, ou perpendiculairement à la longueur de la quille. La boîte de la Bouffole eft parfaitement quarrée, ce qui fait qu'en examinant la fituation de la rofe, par rapport à la boîte, ou par rapport à l'habitacle, on fait, fans être obligé de porter la vue plus loin, où eft le cap du Navire, c'eft-à-dire, comment le Navire eft dirigé.

424. On a d'autres Bouffoles qui fervent à *relever* les objets éloignés, ou à reconnoître l'air de vent auquel ils répondent; & on nomme ces Bouffoles *Compas de variation*, à caufe d'un autre ufage qu'elles ont, & dont nous parlerons dans un moment. Le Compas ordinaire de variation ne différe du Compas de route que par deux petites fenêtres diamétralement oppofées, par lefquelles on peut obferver le lever & le coucher du Soleil, ou d'une autre Planete : chaque fenêtre eft divifée par un fil vertical, & les extrémités fupérieures de ces deux fils font jointes par un fil horifontal qui paffe au-deffus du centre de la rofe des vents. Cet inftrument eft fujet à une affez grande incom-

modité ; car il exige toujours en Mer, pour ſon uſage, le concours de deux Obſervateurs.

On a cherché à lever cet inconvénient ; les uns en y adaptant un miroir plan, qui ſert d'autant mieux, qu'un ſeul Obſervateur y peut très-bien réuſſir, même lorſque les Aſtres ſont élevés ſur l'Horiſon ; d'autres font regarder l'objet au travers de deux pinnules, qu'ils placent au-deſſus de cet inſtrument, & y ont ajouté un reſſort, par le moyen duquel l'Obſervateur fixe la roſe. Mais le nouveau Compas azimutal à réflexion de M. Degaulle, Ingénieur-Hydrographe de la Marine, eſt préférable à tous les autres, puiſque par ſon moyen un ſeul Obſervateur peut obtenir tout-à-la-fois & l'azimut du Soleil & ſa hauteur.

CHAPITRE II.

De la Déclinaiſon ou Variation de la Bouſſole ; & de la Dérive.

425. NOUS avons déjà dit No. 414 que *la déclinaiſon ou variation de l'aiguille aimantée eſt l'angle formé entre le Méridien magnétique & le Méridien véritable ;* ou bien, *c'eſt le nombre de degrés dont le Nord de la Bouſſole s'écarte du Nord du monde.* On dit que *la variation eſt Nord-Eſt, lorſque le Nord de la Bouſſole s'éloigne du vrai Nord du côté de l'Eſt ou de l'Orient ; & elle eſt Nord-Oueſt, s'il s'en écarte du côté de l'Oueſt ou de l'Occident.*

426. Cette variation, qui eſt commune à toutes les Bouſſoles, n'eſt pas toujours la même dans un même lieu. On a remarqué pendant plus d'un ſiecle qu'elle avoit changé en certains endroits de 9 à 10 minutes chaque année ; & que dans la même année la variation eſt très-différente dans les lieux différens ; de ſorte qu'il y a plus ou moins de variation dans la même Bouſſole, ſelon qu'on la tranſporte dans les différens pays.

427. On eſt donc obligé, & il eſt même important, lorſqu'on veut connoître la route que ſuit le Navire, d'avoir continuellement égard à la déclinaiſon ou à la variation

de la Bouſſole, laquelle eſt quelquefois extrêmement grande : elle eſt actuellement ſur les côtes de Hollande de 20 à 22 degrés, & elle eſt encore plus grande vers la baie d'Hudſon, dans le Nord de l'Amérique.

428. Si la déclinaiſon de la Bouſſole étoit conſtamment la même en chaque lieu, on pourroit imiter pluſieurs Pilotes qui, au lieu d'obſerver la variation dans le lieu où ils ſe trouvent en Mer, ſe contentent de conſulter ſur ce point les anciens Journaux, dont ils ont le ſoin de ſe munir. Une auſſi grande négligence eſt extrêmement dangereuſe, puiſque la variation change aſſez ſenſiblement : elle a augmenté depuis long-tems de 9 ou 10 minutes par an du côté du N O ſur les côtes de France, où elle eſt actuellement de 18 à 20 degrés, tandis qu'il y a un peu plus d'un ſiecle qu'elle y étoit NE. Il paroît même que cette augmentation graduelle dans la variation, remarquée depuis plus de 100 ans, ceſſe enfin d'avoir lieu, puiſque depuis 1771 on la trouve à-peu-près la même, & qu'il ſemble plutôt qu'elle diminue. Ce changement n'a pas été le même par-tout; il a été beaucoup moins grand dans l'Amérique Méridionale, où la variation eſt actuellement N E. Dans l'Iſle de Madagaſcar, par exemple, la variation y a été obſervée en 1656 de 19° : elle a encore été trouvée de la même quantité en 1756.

Méthodes de découvrir la Variation de la Bouſſole.

429. On a pluſieurs moyens de trouver la variation, qui tous conſiſtent à comparer, dans certaines occaſions, les directions que fournit la Bouſſole, avec les vraies directions qui ſe rapportent aux Régions du monde.

1°. *Etant à terre, par le moyen d'une ligne Méridienne.*

2°. *Par le paſſage des Aſtres au Méridien.*

3°. *Par deux hauteurs égales d'un Aſtre.*

4 . *Par l'amplitude.*

5°. *Enfin par l'azimut.*

Mais de tous ces moyens, on ne fait uſage en Mer que des deux derniers, c'eſt-à-dire, de l'amplitude & de l'azimut.

❦

I. Méthode. *Trouver la Variation, par le moyen d'une ligne Méridienne, lorſqu'on eſt à Terre.*

430. La meilleure maniere de trouver la variation, lorſqu'on eſt à terre, c'eſt de tirer une ligne méridienne ſur une pierre unie, ou ſur un carreau de terre cuite, ou ſur une table ſolide, pourvu qu'elle ne ſoit pas clouée de fer.

431. Alors on prend une Bouſſole & on applique ſucceſſivement les quatre faces de ſa boîte le long de cette méridienne, en marquant à chaque fois de combien la déclinaiſon paroît être. On prend une déclinaiſon moyenne, qui eſt la vraie, quand même la boîte ne ſeroit pas parfaitement quarrée comme elle doit l'être.

II. Méthode. *Trouver la Variation par le paſſage des Aſtres au Méridien.*

432. Cette méthode conſiſte à relever l'Aſtre lorſqu'il eſt dans le Méridien, ce qui indique la ligne Nord & Sud du monde : alors ſa différence avec la ligne Nord & Sud de la Bouſſole donnera la variation. Elle ſera N E, ſi la fleur-de-lis ſe trouve à droite ou à l'Eſt de cette ligne, & N O ſi elle ſe trouve à gauche.

433. EXEMPLE. A midi le Soleil étant au Méridien du côté du Sud, répondoit au S S E de la Bouſſole, ou à 22° 30′ de diſtance du Sud vers l'Eſt. On demande la variation.

Elle eſt de 22° 30′ N E ; ce qui ſe trouve aiſément au moyen Fig. 53.
de la Fig. 53, où les points N, S, E & O indiquent les 4 rumbs de vents Cardinaux de la Bouſſole ; car ſi on place le Soleil en M éloigné du Sud du Compas vers l'Eſt de 22° 30′, & qu'on tire la ligne BM, elle repréſentera le vrai Méridien, c'eſt-à-dire, que le point B ſera le Nord du monde, & M le Sud ou le midi ; par conſéquent L indiquera l'Eſt ou le Levant & C l'Oueſt ou le Couchant : on aura donc MS égal à BN variation NE 22° 30′ ; elle eſt NE, puiſque le Nord de la Bouſſole eſt entre le Nord & l'Eſt du monde.

434. Cette méthode eſt facile, mais elle n'eſt pas ſuſceptible d'une grande préciſion, vu l'incertitude où l'on eſt en Mer du vrai moment auquel un Aſtre ſe trouve dans le Méridien.

435. On fait auſſi quelquefois uſage de l'Etoile du Nord ou

Etoile polaire. Nous avons vu n°. 132, qu'elle décrit un très-petit cercle autour du Pole; elle s'écarte donc peu du Méridien à droite & à gauche, mais elle passe deux fois par ce cercle à chaque révolution de 24 heures, & dans ces deux instans elle répond au vrai Nord; ainsi il n'y a qu'à l'observer quand elle est précisément au-dessus ou au-dessous du Pole, & voir si la fleur-de-lis du Compas répond exactement au-dessous. Si la fleur-de-lis de la Boussole, au lieu de répondre exactement sous l'Etoile, répond à un certain nombre de degrés vers l'Orient ou vers l'Occident, la variation sera N E ou N O, & on en aura la quantité. Au reste il n'est pas difficile de savoir quand il est tems d'observer l'Etoile polaire: cette Etoile est dans ce siecle-ci entre le Pole & une autre Etoile connue de tous les Marins sous le nom de la *Ceinture de Cassiopée*. L'Etoile du Nord se trouve donc au-dessus ou au-dessous du Pole, toutes les fois qu'elle est elle-même au-dessus ou au-dessous de la ceinture de Cassiopée. Cette Etoile est encore au Méridien lorsqu'elle est au-dessus ou au-dessous de la premiere de la Queue de la grande Ourse marquée ε dans la Table des Etoiles.

III. Méthode. *Trouver la Variation par deux Hauteurs égales d'un Astre.*

436. Il ne sera gueres plus difficile de découvrir la variation par deux observations correspondantes du Soleil, l'une faite le matin & l'autre le soir; mais il faudra que deux Observateurs travaillent de concert: un des Observateurs, il n'importe à quelle heure du matin, prendra la hauteur du Soleil, & un autre examinera précisément dans le même tems, avec le Compas de variation, la situation du Soleil par rapport à la ligne Nord & Sud indiquée par l'aiguille.

437. On attendra après cela que le Soleil ait passé le Méridien, & qu'il soit le soir parvenu en descendant à la même hauteur où il étoit le matin; c'est-à-dire, qu'on répétera les observations déjà faites, en saisissant l'instant où le Soleil est autant éloigné du Méridien d'un côté, qu'il l'avoit été de l'autre. Les hauteurs de l'Astre étant égales, toutes les autres circonstances seront les mêmes; ainsi si le Soleil se trouve également situé le matin & le soir de part & d'autre de la ligne Nord & Sud de la Boussole, ce sera une marque qu'il n'y a point de variation, ou que la Boussole indique exactement le Nord & le Sud.

438. Si, par exemple, le Soleil répondoit le matin au S E de la Boussole, ou à 45 degrés de distance du Sud vers l'Est, &

que le ſoir, lorſque le Soleil ſe trouve à la même diſtance du zénit, mais du côté de l'Occident, il réponde au S O de la Bouſſole, ou à 45 degrés de diſtance du Sud vers l'Oueſt, il faut néceſſairement que l'aiguille aimantée ſoit dirigée ſur la ligne du Méridien, & par conſéquent il n'y a pas de variation.

439. Mais ſi au contraire on trouve ſur le Compas des quantités inégales dans les obſervations correſpondantes, il y aura de la variation, & elle ſera égale à la moitié de la différence des deux quantités, à moins que les obſervations ne ſe trouvaſſent toutes deux du même côté du Méridien; alors il faudroit prendre la moitié de leur ſomme pour avoir la variation.

440. Exemple. On ſuppoſe avoir relevé le Soleil au matin à 45 degrés de diſtance du Sud vers l'Eſt de la Bouſſole, & le ſoir, étant revenu à la même hauteur, on l'a trouvé à 65 degrés de diſtance du Sud vers l'Oueſt. On demande la variation.

Puiſque les deux diſtances ne ſont pas du même côté du Méridien, il faut prendre leur différence 20 degrés, dont la moitié 10 degrés eſt la variation cherchée. En effet, lorſque l'aiguille s'écarte du point du milieu, elle s'approche autant d'un côté qu'elle s'éloigne de l'autre, & une des deux diſtances doit être préciſément trop grande de la même quantité dont l'autre eſt trop petite; c'eſt pourquoi il ne faut prendre que la moitié de la différence pour avoir l'écart de l'aiguille ou la variation. Elle eſt N O dans cet exemple; car dans la Fig. 54, où les extrémités des lignes ponctuées repréſentent les rumbs de vent Cardinaux de la Bouſſole, on verra que le Soleil répond le matin au point A, à 45 degrés de diſtance du Sud vers l'Eſt, & que le ſoir il eſt en *a*, à 65 degrés du Sud vers l'Oueſt; par conſéquent le Sud du monde ſera en M autant éloigné du point A que du point *a*; d'où il ſuit que ſi on fait la diſtance *a*H égale à AS, & qu'on la retranche de *a*S, le reſte ſera HS, dont la moitié MS eſt égale à la variation BN du côté de l'Oueſt. On aura donc : Fig. 54.

a S	Diſtance obſervée le ſoir	65° 0′
a H	= AS Diſtance obſervée le matin .	45 0
HS	Différence	20° 0′
MS	= BN Variation NO	10 0

441. On peut auſſi trouver la variation par le lever & le coucher d'un Aſtre, comme par deux hauteurs égales; car dans ces deux momens l'Aſtre eſt effectivement à la même diſ-

tance du zénit, & par conséquent également éloigné du vrai Nord & du vrai Sud.

442. Les moyens précédens d'obſerver la variation ſont peu uſités en Mer; 1°. parce que le moment que les Aſtres paſſent au Méridien eſt incertain; 2°. parce que le Navire peut changer de latitude entre deux obſervations de deux hauteurs égales, ou entre le lever & le coucher d'un Aſtre. Les méthodes ſuivantes n'ont aucuns de ces inconvéniens.

IV. Méthode. *Trouver la Variation par l'Amplitude des Aſtres.*

443. On ſe ſert plus ordinairement en Mer du lever du Soleil ou de ſon coucher pour découvrir la variation, & on préfére l'obſervation du ſoir, parce qu'on a plus le tems de s'y préparer. On cherche par le Problême III. des Queſtions aſtronomiques, N°. 387 & ſuiv., la vraie amplitude, c'eſt-à-dire, à quelle diſtance le Soleil ſe leve ou ſe couche du vrai point de l'Orient ou du vrai point de l'Occident, & on examine le matin ou le ſoir ſi l'Aſtre ſe leve ou ſe couche effectivement à cette diſtance de l'Eſt ou de l'Oueſt de la Bouſſole : il ne faut de cette ſorte qu'une ſeule obſervation.

444. *Si l'amplitude calculée & l'amplitude obſervée*, ſur le Compas, *ſont de même dénomination*, toutes deux Nord ou toutes deux Sud, *il faut les ſouſtraire l'une de l'autre pour avoir la variation.*

445. Mais, *ſi les deux amplitudes ſont de différent côté*, l'une Nord & l'autre Sud, *leur ſomme donnera la variation.*

446. Il eſt facile de déterminer de quel côté varie la Bouſſole, avec une roſe des vents, ou par la regle ſuivante.

447. *Si l'amplitude du point déterminé par la Bouſſole eſt plus Nord ou moins Sud que l'amplitude vraie, la variation eſt du côté où l'on a obſervé l'Aſtre ; elle eſt au contraire du côté oppoſé, ſi le point déſigné par la Bouſſole eſt plus Sud ou moins Nord que l'amplitude vraie ou calculée.*

448. EXEMPLE. Suppoſons que la vraie amplitude du Soleil ſoit Nord de 25 degrés, c'eſt-à-dire, que cet Aſtre doit ſe coucher à 25 degrés de diſtance du vrai point de

l'Oueſt vers le Nord, & qu'il ne ſe couche effectivement qu'à 10 degrés de diſtance de l'Oueſt de la Bouſſole vers le Nord ; il s'agit de trouver la variation.

Il eſt évident qu'il y aura 15 degrés de variation, & qu'elle ſera NE ; car l'amplitude obſervée eſt moins Nord que la vraie, & par conſéquent du côté oppoſé au Soleil.

449. Il eſt aiſé de s'aſſurer de la juſteſſe de l'opération par la Fig. 55, que l'on peut même tracer groſſiérement, & ſans y obſerver de meſures exactes. Les points N, S, E & O indiquent, comme ci-devant, les 4 rumbs de vent Cardinaux de la Bouſſole. Je place enſuite le Soleil en A, à 10 degrés de diſtance du point O ; je mets le Soleil du côté de l'Oueſt, parce que l'amplitude eſt Occaſe, ou que l'obſervation a été faite le ſoir, & je compte les 10 degrés de l'Oueſt vers le Nord, parce que l'amplitude obſervée eſt ſuppoſée Nord. Je place après cela l'Oueſt du monde en C, en portant 25 degrés de A en C, de maniere que le Soleil A ſe trouve éloigné de l'Oueſt du monde C vers le Nord de cette quantité : enfin par le point C & le centre de la figure, tirant la ligne CL & ſa perpendiculaire BM, on aura les quatre points Cardinaux du monde B, M, L & C ; & pour avoir la variation, il ne reſtera plus qu'à prendre la différence des deux amplitudes en cette ſorte : Fig. 55.

A C	Amplitude vraie ou calculée N.	25°
A O	Amplitude obſervée Occaſe N	10
C O = BN	Variation NE	15°

V. Méthode. *Trouver la Variation par l'Azimut des Aſtres.*

450. Si l'Horiſon étoit toujours net, on pourroit ſe borner à l'obſervation des amplitudes ; mais il arrive que dans de très-longues traverſées on ne voit que rarement le Soleil ſe lever ou ſe coucher ; cet Aſtre ſe trouve engagé dans les nuages à l'Horiſon, & il ne paroît que lorſqu'il eſt parvenu à une certaine hauteur : il eſt donc comme néceſſaire d'avoir recours à l'obſervation de l'azimut (94) pour naviguer avec moins de riſque. L'obſer-

vation eſt un peu plus difficile lorſque l'Aſtre eſt élevé ; il faut que deux Pilotes agiſſent enſemble, l'un obſerve la hauteur de l'Aſtre, pendant que l'autre examine ſur le Compas de variation l'azimut magnétique, ou la direction ſur laquelle l'Aſtre ſe trouve par rapport à la Bouſſole ; mais pour peu que ces deux Obſervateurs ſoient exercés à travailler de concert, ils rendront leurs obſervations très-exactes, en les faiſant dans le même inſtant. Pour plus de ſûreté, on répétera deux ou trois fois cette opération concertée, enſuite il ne reſtera plus qu'à faire le calcul de l'azimut de l'Aſtre, Problême V. des Queſtions aſtronomiques, N°. 404 & ſuiv., pour le comparer à celui de la Bouſſole, afin que la différence donne la variation. En général l'obſervation ſera d'autant plus ſûre, que l'Aſtre ſera moins élevé au-deſſus de l'Horiſon, parce que les opérations faites avec un Compas de variation ne ſont ſuſceptibles d'exactitude que lorſque l'objet qu'on releve a peu de hauteur ; enfin on aura la quantité de la variation de la Bouſſole en obſervant ce qui ſuit.

451. *Si les deux azimuts* (l'obſervé & le calculé) *ſont de même dénomination*, tous deux vers l'Eſt ou tous deux vers l'Oueſt, *leur différence ſera la variation.*

452. Mais *ſi les deux azimuts ſont de différent côté, la ſomme des deux donnera la variation.*

Ce dernier cas ne peut avoir lieu que lorſque la variation eſt très-grande, ou que l'obſervation eſt faite, l'Aſtre étant proche du Méridien ; ce que nous avons dit (450) ne devoir pas être exact.

453. EXEMPLE. Au matin le Soleil a été relevé à 30° de diſtance du Sud vers l'Eſt de la Bouſſole, & l'azimut vrai, calculé pour cet inſtant, a été trouvé de 46 degrés auſſi du Sud vers l'Eſt. On demande la variation.

Fig. 56. Soit la Fig. 56, dans laquelle les points N, S, E & O repréſentent les rumbs de vents Cardinaux de la Bouſſole. Si on met le Soleil en A, à 30 degrés de diſtance du Sud du Compas vers l'Eſt, & qu'on place enſuite le Sud du monde en M, en portant 46 degrés de A en M, on aura MS égal à la variation BN, en prenant la différence des deux azimuts comme il ſuit :

A M	Azimut vrai ou calculé du Sud vers l'Eſt . .	46°
A S	Azimut obſervé du Sud vers l'Eſt	30
M S = BN	Variation NO	16°

REMARQUES.

454. Si on releve un Aſtre avec la Bouſſole, quand il eſt dans le premier vertical, c'eſt-à-dire, dans l'inſtant auquel il répond au vrai point d'Eſt ou d'Oueſt, on aura la variation ſans aucun calcul; car ſi l'Aſtre répond effectivement à l'Eſt ou à l'Oueſt de la Bouſſole, il n'y aura point de variation; mais s'il y a quelque différence, elle marquera l'erreur à laquelle la Bouſſole eſt ſujette : voyez ci-devant, Problême IV des Queſtions aſtronomiques, n°. 396 & ſuiv., la maniere de trouver le moment auquel un Aſtre paſſe par le premier vertical.

455. Cette méthode d'obſerver la variation eſt fort exacte, lorſque l'Aſtre ne paſſe pas à une grande hauteur au-deſſus du vrai point d'Eſt ou d'Oueſt : elle eſt applicable aux Etoiles & aux Planetes dont on connoît la déclinaiſon, & fort praticable dans les crépuſcules; elle n'eſt poſſible que lorſque l'Aſtre a une déclinaiſon de même côté que le Pole élevé, & que cette déclinaiſon eſt plus petite que la latitude; car il n'y a que ces ſortes d'Aſtres qui puiſſent ſe lever & ſe coucher au-delà du vrai point d'Eſt ou d'Oueſt, & qui par conſéquent paſſent directement au-deſſus de ce point peu après qu'ils ſont levés, ou avant qu'ils ſe couchent. Or, comme il arrive ſouvent que le Soleil eſt caché par des nuages à l'Horiſon, & que d'ailleurs les vapeurs de l'Horiſon empêchent qu'on ne voie les Etoiles à leur lever ou à leur coucher, il ſera très-utile de relever, avec un bon Compas de variation, le Soleil ou les Etoiles lorſqu'elles paſſeront dans le premier vertical, ou au-deſſus du vrai point d'Eſt ou d'Oueſt.

De la Dérive, & de la maniere de la trouver.

456. Le Compas de variation ſert encore à reconnoître la route effective qu'on ſuit pendant ſa Navigation, ou à la diſtinguer de la ſituation qu'a la quille ou la longueur du Navire. Les Bouſſoles qui ſont dans l'habitacle, ne ſont connoître que le rumb auquel on préſente la proue; mais lorſque le vent n'eſt pas abſolument favorable, on eſt obligé

d'orienter les voiles obliquement. L'endroit du Navire où se termine la grande voile vers l'avant se nomme l'*Amure* (1). Cette obliquité des voiles oblige le Vaisseau d'aller plus ou moins de côté, selon qu'elles sont orientées plus ou moins obliquement. Il s'en faut quelquefois beaucoup qu'il ne suive dans son mouvement la direction de sa quille.

457. *On nomme Dérive*, cet écart, ou *l'angle que fait la vraie route du Vaisseau avec la ligne de sa longueur.* Elle est toujours du côté opposé à l'amure ; de sorte que si un Navire est amuré du côté de bas-bord, sa dérive sera du côté de tribord. L'angle de la dérive est plus ou moins grand, & dépend de la direction & de la force du vent, des courans & des marées, de la figure du Vaisseau & de la maniere dont il est appareillé : il est quelquefois de plus de 20 ou 25 degrés ; c'est-à-dire, que le Navire, au lieu de marcher sur le prolongement de sa quille, suit une direction différente de cette même quantité. Heureusement le Vaisseau, en fendant la Mer avec force, laisse toujours derriere lui une trace qui subsiste très-long-tems ; il suffit donc de prendre cette ligne pour la vraie route, & d'observer son gisement sur le Compas de variation : cette trace se nomme ordinairement la *Houache*.

CHAPITRE III.

Usage de la Variation de la Boussole & de la Dérive, pour la Correction des Routes.

458. *IL y a deux différentes manieres d'avoir égard à la variation de la Boussole ; car elle sert à corriger les routes qu'on a déjà faites, ou à juger de celles qui sont à faire, en prévenant l'erreur qu'elle produit.*

459. On croyoit, par exemple, suivre le Méridien en se réglant sur la Boussole ; mais elle est sujette à une déclinaison ou variation NE de 11° 15' ; il est évident qu'au lieu de

(1) On dit qu'un Vaisseau est amuré du côté de *Tribord* lorsque l'amure est du côté droit ; les voiles sont en même-tems *bordées* ou tirées vers la poupe, du côté gauche ou du côté de *Bas-bord*.

de courir au Nord, on aura couru réellement au N¼NE; par la même raison tous les rumbs de la Boussole qui sont du côté de l'Est, se seront éloignés du vrai Nord & approchés du Sud; ainsi, au lieu de suivre ou de *faire* le NE, on aura fait le NE¼E; au lieu de faire l'E, on aura fait l'E¼SE. Ce sera tout le contraire pour les rumbs de vent qui sont du côté de l'Ouest: tous les points de la Boussole, qui sont de ce côté-là se sont approchés du vrai Nord, & éloignés du Sud; ainsi pendant qu'on croyoit faire l'Ouest en se reposant sur la fidélité de la Boussole, on faisoit effectivement l'O¼NO; & en croyant suivre le NO¼O, on suivoit le NO.

460. Il s'agit dans le cas précédent, & c'est le plus ordinaire, de voir quel est l'effet de la variation, lorsqu'une route est déjà faite; mais on veut quelquefois prévenir l'erreur: on se propose de faire exactement une certaine route, & alors il faut se précautionner contre la variation. Si on veut, par exemple, courir exactement au SSE, lorsque la variation est de 5° 18′ NE, il ne faut pas suivre le SSE de la Boussole, car on courroit effectivement au SSE 5° 18′ S; mais il faut prendre 5° 18′ à l'E; c'est-à-dire, qu'il faut courir au SSE 5° 18′ E sur la Boussole, & de cette sorte on préviendra l'erreur que causeroit la variation; on courra effectivement au SSE.

I. Cas. *Corriger la Route qu'on a faite avec un Compas dont on connoît la Variation.*

461. Il suit de ce que nous venons de dire, que, *si la variation est NE, il faut la compter à droite du rumb de vent*, en supposant le regarder du centre de la rose; *au lieu que si elle est NO, on la comptera à gauche.*

462. S'il y a des degrés joints au rumb de vent, il faut, pour plus de facilité, les ajouter à la variation $\left\{\begin{matrix}\text{NE}\\\text{NO}\end{matrix}\right\}$, s'ils sont à $\left\{\begin{matrix}\text{droite}\\\text{gauche}\end{matrix}\right\}$ du rumb de vent, & les en soustraire s'ils sont à $\left\{\begin{matrix}\text{gauche}\\\text{droite}\end{matrix}\right\}$: ensuite corriger l'air de vent (sans degrés) de la somme ou de la différence des deux nombres.

Exemple. On a fait route au SO¼O du Compas, ayant

9 degrés de variation NO. On demande quelle est la vraie route qu'on a tenue.

℞. Rumb valu le SO 2° 15′ O.

II. Cas. *Connoissant la Variation, juger de la Route que l'on doit tenir sur le Compas.*

463. *La variation se compte à gauche du rumb de vent, si elle est NE, & à droite si elle est NO.*

EXEMPLE. On demande à quel rumb de vent de la Boussole il faut mettre le cap pour faire la route du SE, la variation étant de 15 degrés NO.

℞. Au SE¼S 3° 45′ S.

Usage de la Dérive.

464. Il en est de la dérive comme de la variation; c'est-à-dire, qu'il faut distinguer deux cas, l'un pour corriger de la dérive une route déjà faite, l'autre pour la prévenir dans une route à faire. (Voyez ci-devant (457) ce que c'est que la dérive.)

I. Cas. *Corriger la Route qu'on a faite lorsqu'il y a eu de la Dérive.*

465. *Si la dérive est du côté de tribord, il faut en compter la quantité à main droite du rumb de vent; & si elle est du côté de bas-bord, on la comptera à main gauche.*

Les Marins nomment *tribord* le côté droit du Navire, en regardant l'avant ou le cap du Vaisseau, & *bas-bord* le côté gauche.

EXEMPLE. On a fait route au NE ayant 15 degrés de dérive du côté de tribord. On demande la vraie route qu'on a tenue.

℞. Le NE-E 3° 45′ E.

II. Cas. *Connoissant la Dérive, juger du Rumb de vent qu'on doit tenir pour faire valoir une Route.*

466. *Si la dérive est du côté de tribord on la comptera à*

main gauche du rumb de vent ; & si elle est bas-bord on la comptera à main droite.

Exemple. On demande à quel rumb de vent il faut mettre le cap pour faire valoir la route du NO, la dérive étant de 26 degrés du côté de bas-bord.

℞. Au NNO 3° 30′ N.

Usage de la Dérive & de la Variation ensemble.

467. *Si la dérive est du côté de tribord & que la variation soit NE, ou la dérive à bas-bord & la variation NO, on les ajoute ensemble, & on corrige la route d'une quantité égale à la somme : mais si la dérive est à tribord & la variation NO, ou la dérive à bas-bord & la variation NE, il faut alors prendre la différence des deux quantités, & corriger la route dans le sens du plus grand nombre, suivant les différens cas.*

I. Cas. *Corriger la Route qu'on a faite, lorsqu'il y a de la Dérive & de la Variation.*

Exemple. On a fait route au NO¼O de la Boussole, la variation étant de 11° 15′ NE & la dérive de 22° 30′ du côté de tribord. On demande la vraie route.

℞. Le NNO.

II. Cas. *Connoissant la Dérive & la Variation, juger du Rumb de vent qu'on doit tenir sur le Compas pour faire valoir une Route.*

Exemple. On demande où il faut mettre le cap pour faire valoir la route de l'ENE, la variation étant de 17° 30′ NO & la dérive de 20 degrés du côté de bas-bord.

℞. A l'E¼SE 3° 45′ S.



CHAPITRE IV.

Trouver la Longitude en Mer par la Variation de la Bouſſole.

468. On peut encore tirer un avantage de la connoiſſance de la variation de la Bouſſole ; elle peut ſervir en pluſieurs occaſions pour trouver la longitude : ce moyen ne doit pas être regardé comme général ; mais il ſuffit qu'il ſoit quelquefois utile pour que nous ſoyons obligés de le recommander.

469. M. Halley, célebre Aſtronome Anglois, ayant recueilli un très-grand nombre d'obſervations ſur les déclinaiſons de la Bouſſole, il lui vint en penſée de les repréſenter toutes enſemble ſur une Carte marine. Il traça une ligne courbe qui paſſoit par tous les lieux où la Bouſſole marquoit exactement le Nord ; cette ligne courbe indiquoit donc tous les points de l'Océan où l'aiguille aimantée eſt exempte de déclinaiſon. Il lia également par une ligne courbe tous les points de la Mer où la variation étoit NE de 5 degrés ; il traça d'autres courbes pour 10 degrés, pour 15, &c., & il fit la même choſe pour les variations NO. On voit de cette ſorte d'un coup d'œil, lorſqu'on a la Carte de M. Halley entre les mains, de combien la Bouſſole décline en chaque endroit. Ces lignes courbes, quoiqu'irrégulieres, gardent cependant entr'elles un certain ordre ; la ligne qui paſſe par tous les lieux de la Mer, où la fleur-de-lis de la Bouſſole marque exactement le Nord, eſt comme au milieu de toutes les autres. Si l'on s'en écarte un peu du côté de l'Orient, la variation de la Bouſſole devient NO, & elle devient de plus grande en plus grande, à moins qu'on ne s'approche trop de quelqu'autre branche de la même ligne courbe. Si l'on avance au contraire vers l'Occident, la variation devient NE.

470. La Carte de M. Halley marquoit à-peu-près l'état des choſes pour l'année 1700 ; mais l'aſſemblage de toutes ces lignes courbes devoit être ſujet à changer de place, à cauſe du changement qu'on remarque en peu d'années dans la variation qu'on obſerve dans un même lieu : on s'eſt donc apperçu qu'en général l'aſſemblage des courbes de M. Halley s'avançoit vers l'Occident & vers le Sud ; & qu'outre cela chaque ligne ſouffroit auſſi en particulier quelque changement dans ſes inflexions.

MM. Moutaine & Dodson ont entrepris de faire pour 1744, & ensuite pour 1756, ce que M. Halley avoit fait pour 1700; & comme ils ont eu un plus grand nombre d'observations, ils se sont trouvés en état de tracer les lignes courbes magnétiques tout autour de la Terre, ce que n'avoit pas fait M. Halley.

471. Sur les observations de ces Messieurs, on a fait graver à Paris en 1765 une Carte des variations de la Boussole pour l'année 1756. Si on en veut faire usage pour trouver la longitude d'un lieu où l'on a observé la latitude & la variation de la Boussole, il ne s'agit que d'y chercher le point où le parallele sur lequel on est arrivé coupe la courbe qui indique les lieux dont la variation est de la quantité observée; ce point sera celui où l'on est arrivé.

472. Mais si l'année pour laquelle on veut trouver la longitude est postérieure à 1756, il faudra, en général, retrancher 9 à 10 minutes par an des variations observées NO, & les ajouter aux variations observées NE. Je dis en général, puisqu'il y a des endroits où le changement de variation n'est pas sensible pendant nombre d'années, comme nous l'avons remarqué n°. 428. D'où il suit que cette méthode de trouver les longitudes n'est pas assez certaine pour mériter une pleine confiance; en outre elle ne peut pas servir dans les endroits de la Mer, où les lignes courbes sont presque perpendiculaires au Méridien, comme vers la Floride, vers l'Isle de Cube, &c. On trouve dans ces parages, & dans tous les autres qui sont situés vers le sommet des lignes courbes, la même déclinaison de la Boussole, quoiqu'on single beaucoup en longitude; ainsi on ne peut pas juger alors du changement de l'une par le changement de l'autre.

473. Quelques Marins ignorans font un très-mauvais usage de cette Carte: j'en ai vu qui, au lieu d'observer la variation de la Boussole, prenoient sur cette Carte celle que leur indiquoit la ligne courbe qui passoit par leur point estimé. Cette paresse n'est point pardonnable; car leur longitude n'étant qu'estimée, ils ne peuvent avoir qu'une variation très-éloignée de la vraie, tandis qu'on peut l'obtenir par observation à moins d'un degré près. De sorte que plus leur longitude estimée est éloignée de la véritable, plus l'erreur sur la variation est grande, sur-tout dans les endroits où les lignes courbes sont presque paralleles aux Méridiens.



SECONDE SECTION.

Du Sillage ou de la Mesure du Chemin du Vaisseau. Remarques générales sur la Navigation. De la maniere de s'approcher de terre & de sonder.

CHAPITRE PREMIER.

Moyens d'estimer le Sillage ou le Chemin du Navire, principalement par l'usage du Loch.

474. ON *appelle estime, le jugement que l'on porte du Sillage ou de la longueur du chemin que le Navire a fait pendant un certain tems.*

Pour faire une bonne estime, il faut avoir égard à la force du vent, au nombre des voiles, à la maniere dont elles sont orientées & à la rapidité de l'eau qui passe à côté du Vaisseau. Tout cela demande beaucoup d'expérience; car les Vaisseaux ne vont pas tous d'une même vîtesse: les uns sont meilleurs voiliers que les autres, & tel qui va très-bien vent arriere, ne sauroit aller à *la bouline*, c'est-à-dire, au plus près du vent ou presque contre l'origine du vent. Toutes ces circonstances, & autres que la pratique fait connoître, prouvent qu'il est fort difficile d'estimer le chemin d'un Navire; en sorte qu'on peut dire que c'est la partie de la Navigation la plus délicate, & qui demande le plus d'expérience & de pratique.

I. Moyen. *Connoiſſant la différence en Latitude & le Rumb de vent qu'on a ſuivi, trouver le Chemin qu'on a fait.*

475. Si on fait route au Nord ou au Sud, & qu'on remarque combien on a changé en latitude, on aura le chemin du Navire, en prenant 20 lieues ou 60 milles pour chaque degré.

476. Mais ſi on a couru ſur une route oblique, on cherchera par le calcul, ou par le Quartier de réduction (578), combien le changement en latitude donne de chemin ſur le rumb de vent propoſé ; en obſervant de ne ſe ſervir que de ceux qui ſont proche du Nord ou du Sud, parce que la moindre erreur qu'on pourroit commettre en employant les autres, occaſionneroit une différence ſenſible dans le chemin.

EXEMPLES. On a ſinglé au $\left\{\begin{array}{c}\text{N} \\ \text{NNO}\end{array}\right\}$ d'un midi au midi ſuivant, & on a élevé en latitude de $\left\{\begin{array}{c}2^\circ\ 12' \\ 4\ \ 15\end{array}\right\}$. On demande le chemin parcouru en une heure.

R. $\left\{\begin{array}{c}132 \\ 276\end{array}\right\}$ milles en 24^h; ou $\left\{\begin{array}{c}5,5 \\ 11,5\end{array}\right\}$ milles par heure.

II. Moyen. *Connoiſſant la diſtance d'une terre à une autre, avec le tems employé à la parcourir, trouver le Chemin que le Navire fait par heure.*

477. On peut auſſi éprouver ſon Vaiſſeau, lorſqu'on navigue le long des côtes, en obſervant exactement le tems qu'il emploie à parcourir une diſtance connue : il faut ſeulement prendre garde dans toutes ces expériences, qu'il n'y ait ni marées ni courans, ſi l'on veut que l'eſtime puiſſe ſervir en d'autres occaſions.

EXEMPLE. Il y a d'une terre à une autre 80 lieues, ou

240 milles, & on a fait cette traverſée en 20 heures. On demande combien le Navire faiſoit par heure.

℞. 12 milles ou 4 lieues.

III. Moyen. *Connoiſſant la longueur d'un Vaiſſeau, avec le tems que l'écume de la Mer emploie à parcourir cette longueur, trouver le Chemin horaire du Navire.*

478. Si on connoît la longueur du vaiſſeau, on trouvera ſa vîteſſe en comptant combien l'écume de la Mer emploie de ſecondes de tems à aller de l'avant à l'arriere. Car pour ſavoir combien le Navire fait de chemin par heure, il ſuffira de faire cette regle de trois :

Le nombre de ſecondes que l'écume emploie à parcourir la longueur du Vaiſſeau,
Eſt au nombre de pieds contenus dans cette longueur ;
Comme 3600 ſecondes, valeur d'une heure,
Eſt au nombre de pieds parcourus par le Navire en une heure.

479. Ce nombre de pieds étant diviſé par 17100 pieds, valeur d'une lieue marine (489), donnera le chemin que fait le Navire pendant une heure.

480. EXEMPLE. Suppoſons qu'un Vaiſſeau ait 72 pieds de longueur, & que l'écume de la Mer emploie 6 ſecondes à paſſer de l'avant à l'arriere : il s'agit de trouver le chemin du Vaiſſeau pendant une heure.

En faiſant la regle de proportion ci-deſſus, on trouvera qu'en une heure le Navire parcourera 43200 pieds. Diviſant donc ce nombre par 17100, le quotient donnera un peu plus de deux lieues & demie pour le chemin du Vaiſſeau pendant une heure.

481. On peut abréger cette opération en multipliant la longueur du Vaiſſeau par 360, & en diviſant le produit par 171 multipliés par la quantité de ſecondes que l'écume a employée à parcourir le Navire ; le quotient exprimera ſa vîteſſe en une heure, en dixiemes de lieues : ainſi dans notre exemple, on multipliera 72 par 360, & on diviſera le produit 25920 par 171 multipliés par 6, c'eſt-à-dire, par 1026, le quotient ſera 25 dixiemes ou 2 lieues $\frac{1}{2}$, comme ci-deſſus.

482. L'obſervation de la rapidité de l'eau par l'écume qui

glisse le long du Navire, se doit toujours faire *sous le vent*, c'est-à-dire, du côté du Vaisseau qui n'est pas exposé au vent, parce que les vagues du côté du vent causent à l'eau des mouvemens irréguliers.

483. Les Pilotes emploient encore un autre moyen à-peu-pres semblable, qui n'est appuyé que sur une grande expérience : ils jettent un petit morceau de bois à l'avant du Navire, & remarquent la vîtesse avec laquelle il passe à l'arriere; car cette vîtesse n'est autre chose que celle du Navire, & en le suivant ils jugent du chemin qu'ils feroient sur terre en marchant de cette sorte : cette opération se doit toujours faire aussi sous le vent.

IV. Moyen. *Par l'usage du Lock.*

484. Enfin le moyen le plus ordinaire pour mesurer la vîtesse d'un Navire ou son sillage, est l'usage du *Loch* : cet instrument n'est autre chose qu'un morceau de bois attaché à une longue ficelle. On laisse tomber de la poupe sous le vent le morceau de bois dans la Mer, où il sert comme de point fixe, à l'égard duquel on mesure le mouvement du Navire. Plus on fait de chemin, plus on est obligé de lâcher de ficelle, puisqu'on veut que le morceau de bois auquel elle est attachée reste dans un parfait repos : la longueur de la ficelle étendue sur la surface de la Mer, marque donc la longueur du chemin que fait le Navire pendant la durée de l'expérience ; & sachant le chemin parcouru pendant un intervalle de tems connu, on fait à proportion celui que le Navire fait pendant une heure entiere ou pendant un jour.

485. On ne fait durer ordinairement l'expérience que 30 secondes ou une demi-minute ; & on emploie pour cet effet un *Sablier* de cette durée. Il est à propos que le Pilote ne perde point de vue le morceau de bois du loch, afin qu'il se regle plus aisément en lâchant la ficelle qui doit être tendue, mais qui ne doit pas l'être trop ; cette ficelle fait un grand nombre de tours sur une espece de dévidoir, qu'on fait tourner plus ou moins vîte, selon que l'exige le mouvement plus ou moins rapide du sillage. On ne fait pas commencer les 30 secondes que doit durer l'expérience dans le même instant qu'on jette le morceau de bois à la Mer ; on attend qu'il soit éloigné de la poupe,

d'environ une longueur du Navire ; on veut qu'il ſoit tout-à-fait hors de cette eau extrêmement agitée, que le Vaiſſeau laiſſe derriere lui, & qu'on nomme *le Remoux*; il y a une marque ſur la ficelle pour terminer cette longueur, & c'eſt lorſqu'on y parvient qu'on commence à compter les 30 ſecondes; alors celui qui jette le loch avertit, par le mot *Vire*, de tourner le ſablier, & celui-ci, par le mot *Stop*, donne au premier le ſignal d'arrêter le loch lorſque le ſablier finit.

486. La ficelle eſt diviſée en pluſieurs parties égales par des *nœuds*, afin qu'on puiſſe les compter, même pendant l'obſcurité de la nuit. On compte un nœud à la fin du premier eſpace, deux nœuds à la fin du ſecond, trois nœuds à la fin du troiſieme, &c.; & chacun de ces eſpaces eſt exactement la 360e. partie d'une lieue marine, ou la 120e. partie d'un tiers de lieue; ainſi le nombre des nœuds ou eſpaces que le Navire parcourt pendant l'expérience, répond à autant de tiers de lieue parcourus dans une heure. Si le Navire ne fait qu'un eſpace, ou deux eſpaces pendant la demi-minute, il fera 120 fois plus de chemin dans une heure; & ce ſera donc un tiers de lieue, ou deux tiers de lieue: ſi on eſt obligé de *filer* 9 *ou* 10 *nœuds*, on ſaura de même qu'on fait trois lieues par heure, ou trois lieues & un tiers.

487. La diſtance entre les nœuds eſt fondée ſur la meſure de la Terre. Les Aſtronomes en ont meſuré le contour dans le ſens de deux Méridiens oppoſés qui font un cercle entier. Ils ont trouvé que le degré ſous l'Equateur étoit de 56748 toiſes du Châtelet de Paris, dont chacune eſt de 6 pieds de roi; en France ſous le parallele de 45 degrés, de 57030 toiſes & ſous le cercle polaire, de 57422 : ainſi il faut abſolument que la Terre ne ſoit pas parfaitement ronde, & qu'elle ſoit plus haute vers l'Equateur que vers les Poles. Sa courbure eſt plus ſubite vers l'Equateur dans le ſens Nord & Sud, puiſque les degrés y ſont plus petits; & la Terre eſt au contraire plus plate vers les Poles, puiſque les degrés y ſont plus grands; de ſorte que l'axe de la Terre, ou la ligne droite tirée d'un Pole à l'autre, eſt plus court que les diametres de l'Equateur d'environ une 179e. partie.

488. Au reſte cette différence n'eſt pas encore aſſez grande pour qu'on y ait égard dans la Marine, & on peut continuer de conſidérer la Terre comme un Globe parfait. Il eſt ſeulement à propos, puiſque les degrés du Méridien ſont de grandeurs un peu différentes, de leur attribuer, lorſqu'on les ſuppoſe

égaux, non pas la plus grande longueur qu'ils ont vers les Poles, ni la plus petite qu'ils ont vers l'Equateur, mais celle qui tient un milieu : on peut s'arrêter à celle qu'ils ont vers le 45e. degré de latitude, & les fixer à 57000 toises.

489. Cela supposé, nous pouvons régler aisément la longueur de la lieue marine, en la rendant une certaine partie du degré. Comme on veut en France que le degré de grand cercle contienne exactement 20 lieues (116), nous n'avons qu'à diviser 57000 toises par 20, & nous aurons 2850 toises du Châtelet de Paris pour la lieue marine Françoise, ou 17100 pieds. Cette lieue est plus grande que la plupart de celles dont on se sert dans les différentes Provinces du Royaume, & elle est aussi plus longue que la lieue horaire que fait ordinairement un homme de pied pendant une heure. Les Hollandois mettent 15 lieues dans le degré terrestre; ainsi chaque lieue sera de 3800 toises. Les Espagnols comptent 17 lieues $\frac{1}{2}$ au degré; ainsi chacune de ces dernieres lieues sera de 3257 $\frac{1}{7}$ toises. Les Italiens & les Anglois se servent de *Milles*, & ils supposent que 60 de ces milles font un degré: cette maniere d'évaluer les distances est fort commode; le mille doit donc valoir une minute de degré terrestre, ou un tiers de nos lieues marines, c'est-à-dire, 950 toises.

490. Enfin le tiers de la lieue Marine étant de 950 toises, si l'on en prend la 120e. partie, il viendra 7 toises 5 pieds 6 pouces ou 47 pieds & demi. Il faut donc donner cette longueur précise aux parties de la ficelle du loch, ou aux intervalles qui séparent ses nœuds; il faut vérifier de tems en tems si ces nœuds gardent la même distance, & en cas d'alongement ou d'accourcissement de la ficelle, il faut la rectifier.

491. Cependant la pratique a fait voir qu'en mettant 47 pieds & demi entre les nœuds, on trouve toujours trop peu de chemin; cela vient de ce que le loch ne reste pas parfaitement en place pendant l'observation, & qu'il s'approche toujours du Vaisseau. Suivant les différentes expériences faites à bord de la Frégate *la Flore* en 1771 & 1772, on a trouvé qu'il ne falloit mettre entre les nœuds que 45 pieds: c'est le nombre que nous emploierons par préférence. (Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1773, page 313 & suivantes).

492. Un Pilote ne doit pas se servir de sablier, qu'il ne l'ait bien vérifié : il doit même de tems en tems recommencer sa vérification, parce que le sable, en coulant, use le trou qui est entre les deux ampoulettes, & l'agrandit insensiblement : or, cette vérification se peut faire aisément à terre, soit en partant, soit dans les relâches; on peut aussi la faire en Mer dans un tems calme : en voici la maniere. Prenez un fil délié

de soie plate, ou, à son défaut, de fil tors de soie, de chanvre ou de lin (un brin de fil de *Pite* seroit meilleur, ou un brin de chanvre plat tiré de dessus la plante rouie, ou tiré d'un paquet de chanvre avant que d'être filé) : cirez ce fil, afin qu'il ne se détorde pas; ce qui l'alongeroit; suspendez-y une balle de mousquet bien ronde, & faites passer l'autre bout du fil par une très-petite fente pratiquée dans quelque corps solide & fixe, de maniere que le fil étant pincé par la fente, il ne puisse pas baloter : mesurez ensuite exactement entre le point de suspension & le centre de la balle 36 pouces 8 lignes & demie de longueur, & faites-la balancer légérement, en ne lui faisant parcourir d'abord que des arcs de 3 ou 4 pouces; chacun de ces balancemens ou de ces vibrations simples sera exactement d'une seconde; il en faut 60 pour faire une minute d'heure, & 3600 pour faire une heure entiere. Il faut entendre par balancement ou vibration simple, une allée seule ou un retour seul, car c'est pris séparément qu'ils sont d'une seconde. Si l'on vouloit que le pendule marquât les demi-secondes, il ne faudroit mettre entre le point de suspension & le centre de la balle que le quart de 36 pouces 8 lignes $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, 9 pouces 2 lignes $\frac{1}{8}$.

493. Pour ne point avoir la peine de mesurer toutes les fois qu'on voudra vérifier les sabliers, on fera ce qui suit : après avoir mesuré le diametre de la balle, on en prendra la moitié, & on retranchera cette moitié de 36 pouces 8 lignes $\frac{1}{2}$ ou de 9 pouces 2 lignes $\frac{1}{8}$, selon que l'on voudra avoir des secondes ou des demi-secondes : on fera une petite regle de bois précisément de la longueur du reste, & toutes les fois qu'on voudra faire la vérification, il suffira de placer la regle contre le fil, de maniere qu'une de ses extrémités touche à la balle, & l'autre au point de suspension.

494. Quelque soin qu'on apporte dans la construction du loch que nous avons décrit ci-dessus, cet instrument ne peut donner que le mouvement particulier du Navire par rapport à la Mer. On suppose que le morceau de bois qu'on prend pour terme est parfaitement immobile; mais si la Mer est elle-même sujette à se mouvoir, si elle avance vers un certain côté, son mouvement se communiquera au loch, de même qu'au Navire; ainsi on ne trouvera, en se servant de cet instrument, que le surplus de la vîtesse du sillage sur celle de la Mer, si les deux mouvemens se font dans le même sens, & on aura au contraire leur somme, s'ils se font dans des sens opposés.

495. On sait par plusieurs observations sûres, que la Mer dans la Zone torride se meut vers l'Occident, & qu'elle forme un courant continuel, qui fait dans le milieu de l'Océan plus

de 3 lieues par jour. Si l'on fingle donc vers l'Oueft dans ces endroits où il y a un mouvement continuel, & qu'on fe ferve du loch pour mefurer la marche du Navire, on ne trouvera que la quantité dont on avance plus vîte que la Mer, puifqu'on ne comptera pas le mouvement que reçoit fecrettement le loch : fi l'on fait route au contraire vers l'Eft, en allant contre le courant, on croira faire plus de chemin qu'on n'en fait effectivement, parce que, fans le favoir, on ajoutera, à la viteffe réelle du Navire, celle de la Mer qui entraîne le loch, & qui l'éloigne du Vaiffeau.

496. L'ignorance de ce mouvement continuel dans ces parages eft caufe que plufieurs Pilotes qui vont d'Europe en Amérique, s'avifent mal-à-propos de raccourcir l'intervalle des nœuds de leur ficelle, ou d'altérer la durée de leur fablier, parce que dans les voyages précédens ils ont toujours découvert la terre plutôt qu'ils ne s'y attendoient : cela ne leur feroit point arrivé s'ils avoient eu foin d'ajouter au chemin que le vent leur faifoit faire, le mouvement fecret que la Mer communiquoit au loch & au Navire. Ils auroient reconnu leur faute, & auroient trouvé les divifions du loch beaucoup trop petites, à caufe du mouvement en fens contraire, s'ils étoient revenus par le même chemin; mais comme on fort promptement de la Zone torride en dirigeant la proue vers le Nord, & qu'on trouve des vents variables qui obligent à changer fouvent de routes, ils ne fe font pas apperçus de leur erreur.

Les imperfections du loch dont nous venons de parler, ont été apperçues depuis long-tems, & plufieurs Savants fe font occupés à le perfectionner ou à y fuppléer par d'autres inftrumens propres à mefurer le fillage d'un Vaiffeau : mais de tout ce qui a paru jufqu'à ce jour, il n'y a que le *Sillometre* inventé par M. Degaulle, dont l'ufage foit facile en Mer; car avec cet inftrument on peut connoître à chaque inftant & la marche du Vaiffeau & fa dérive.

Moyen de corriger le Chemin trouvé avec un Sablier altéré dans fa durée, ou un Loch mal divifé, ou l'un & l'autre altérés.

497. I. CAS. Corriger le Chemin trouvé avec un Sablier altéré dans fa durée, le Loch étant bien divifé.

Faites cette regle de proportion :

Le nombre de secondes que dure le sablier,
Est à sa vraie durée 30 secondes ;
Comme le nombre de nœuds trouvés par le loch,
Est au vrai chemin qu'on a fait.

EXEMPLE. Un Navire a filé 5 nœuds d'un loch dont les divisions étoient de 45 pieds, pendant la durée d'un sablier qui n'étoit que de 25 secondes. On demande le vrai chemin.

Suivant la regle ci-dessus, on aura ; 25 secondes, sont à 30 secondes ; comme 5 nœuds, sont à 6 nœuds : ainsi le Navire faisoit réellement 2 lieues par heure.

498. II. CAS. Corriger le Chemin trouvé avec un Loch mal divisé, le Sablier étant exact.

Dites : *La vraie distance des nœuds 45 pieds,*
Est à la distance actuelle entre les nœuds du loch ;
Comme le nombre de nœuds filés pendant une demi-minute,
Est au chemin qu'on a fait réellement.

EXEMPLE. Un Navire a fait 5 nœuds pendant une demi-minute, la distance entre les nœuds n'étant que de 42 pieds. On demande le vrai chemin du Vaisseau.

On dira donc 45 pieds sont à 42 pieds, comme 5 nœuds sont à 4 nœuds $\frac{2}{3}$: ainsi le Navire faisoit réellement 4 nœuds $\frac{2}{3}$ en une demi-minute, ou un peu plus d'une lieue & demie par heure.

499. III. CAS. Corriger le chemin trouvé avec un Sablier altéré dans sa durée & un Loch mal divisé.

Faites les deux Regles de Trois suivantes :

1°. *Le nombre de secondes que dure le sablier,*
Est à sa vraie durée 30 secondes ;
Comme le nombre de nœuds donnés par le loch,
Est à un quatrieme terme.

2°. *La vraie diſtance des nœuds 45 pieds,*
Eſt à la diſtance actuelle;
Comme le quatrieme terme trouvé ci-deſſus,
Eſt au vrai chemin du Vaiſſeau.

EXEMPLE. Un Navire a filé 12 nœuds pendant la durée d'un ſablier qui n'étoit que de 24 ſecondes; la diſtance entre les nœuds du loch étant de 52 pieds. On demande le vrai chemin du Navire.

On dira donc 1°. 24″ ſont à 30″; comme 12 nœuds ſont à 15.
2°. 45 pieds ſont à 52 pieds, comme 15 nœuds ſont à $17\frac{1}{3}$; ainſi le Navire faiſoit un peu plus de 5 lieues $\frac{3}{4}$ par heure.

CHAPITRE II.

Remarques générales ſur la Navigation, ſur la maniere de s'approcher de Terre & de ſonder.

500. L'INCERTITUDE de la Navigation, par rapport à la longitude, eſt cauſe que lorſqu'on veut aller d'un Port à un autre, qui en eſt conſidérablement éloigné, on ne tente jamais de s'y rendre par le rumb de vent le plus direct. Si nous partons de quelque Port de France dans l'Océan, pour aller aux Iſles Antilles en Amérique, nous courons d'abord aſſez à l'Oueſt pour *décaper*, c'eſt-à-dire, afin de s'éloigner aſſez des terres pour qu'il n'y ait pas à craindre d'y être rejetté par le gros tems, ni de rencontrer quelque Cap, & ſur-tout le Cap Finiſterre, lorſque nous dirigeons notre route vers le Sud. Deux raiſons nous invitent enſuite à entrer promptement dans la Zone torride; nous y trouvons des vents toujours favorables, qui viennent continuellement de l'Eſt; ce ſont les vents qu'on nomme *Aliſés*, dont la force, toujours la même, n'eſt pas ſujette à des repriſes comme celle des vents que nous reſſentons dans les autres Mers. En ſecond lieu, nous nous hâtons de nous mettre, par la latitude de l'Iſle où nous nous propoſons d'aller; par exemple, par 14° 36′, ſi c'eſt la Martinique, & nous n'avons enſuite qu'à courir préciſément à l'Oueſt: nous vérifions chaque jour, en obſervant la latitude, ſi nous ſuivons

exactement cette route, & de cette sorte nous ne pouvons pas manquer de rencontrer l'Isle, malgré l'imperfection de notre Art quant à la longitude.

501. Si, au lieu de nous conformer à cette regle générale, nous dirigions de fort loin notre route sur la Martinique, nous pourrions, en nous trompant seulement de quelques degrés sur le rumb de vent, passer à 50 ou 60 lieues de l'Isle, au risque de nous aller perdre sur quelqu'autre terre. Outre cela, comme nous ignorerions de quel côté nous nous serions trompés, en manquant notre but, nous ne saurions pas s'il faudroit l'aller chercher à l'Est ou à l'Ouest. Nous évitons tous ces accidens, & nous assurons le succès de notre Navigation en poussant très-loin la précaution de nous mettre de bonne-heure sur le parallele du lieu de l'arrivée. Lorsque nous aurons des méthodes immédiates & commodes de déterminer la longitude en Mer, nous pourrons aller alors plus directement au lieu de notre destination; cependant, comme nous devons croire que les occasions d'observer la longitude seront toujours moins fréquentes que celles de déterminer la latitude, on peut penser que l'usage présent ne sera jamais totalement abandonné.

502. On fait à-peu-près la même chose lorsqu'on revient de l'Amérique en France : on dirige d'abord sa route vers le Nord; on se hâte de sortir de la Zone torride, afin de trouver des vents moins contraires; on single ensuite à l'Est, & on se met sur une latitude qu'on choisit, & qu'on suit constamment. Cette latitude regle *l'attérage*, & on prend exprès celle d'un Cap ou d'une Isle dont on puisse approcher sans risque, & qu'on puisse appercevoir de plus loin. S'il s'agit de *doubler* un Cap fort éloigné, il faut se conformer à la même pratique pour aller d'abord le reconnoître. Supposé que ce Cap soit environné d'écueils à une trop grande distance, on ira en reconnoître quelqu'autre en-deçà qui assurera la longitude, & qui servira comme de nouveau point de partance pour former l'espece de circuit, qui doit comprendre la terre qu'on veut doubler.

503. C'est sur cette regle générale, & sur la connoissance qu'on a des vents & des courans, qu'on doit dresser le plan de sa Navigation : les vents & les courans se dirigent vers l'Ouest dans presque toute l'étendue de la Zone torride. Les premiers excitent les seconds; lorsque les vents soufflent long-tems du même côté, la surface de la Mer prend du mouvement dans le même sens; mais les terres qui sont dans la Zone torride détournent aussi les vents de leur premiere direction, & elles les en détournent d'une maniere qui est bien digne de remarque; les vents s'écartent de la ligne droite pour aller rencontrer les côtes presque perpendiculairement : c'est ce qu'on remarque

remarque en divers endroits de la Mer des Indes & de celle du Sud, de même qu'à une certaine distance d'Afrique dans notre Océan. Une partie de l'air entre les deux continens suit la direction des vents alisés, en allant vers l'Ouest, pendant que l'autre partie prend un autre chemin pour s'approcher de la côte d'Afrique ; & l'espace du milieu, qui n'est guere éloigné dans la Mer du Nord de l'intersection de notre premier Méridien & de l'Equateur, est souvent sujet à des calmes & à des orages que les Marins ne sauroient éviter avec trop de soin. Il y a même des endroits dans la Zone torride où les vents ont une certaine direction pendant 6 mois, & en ont une tout-à-fait contraire pendant 6 autres mois ; c'est ce qu'on appelle *Moussons*.

504. La Mer participe à la fin aux changemens de direction du vent, & on juge assez que de ces mouvemens il en résulte d'autres, ou parce que les eaux sont plus sujetes à trouver des obstacles, & qu'elles rejaillissent par la rencontre des côtes, ou parce que les eaux qui viennent remplacer celles que le courant principal entraîne, forment nécessairement des courans particuliers. Nous ne devons pas entreprendre d'expliquer ces choses en détail, il nous suffit de bien persuader les Lecteurs qu'elles sont de la plus grande importance, & qu'ils ne doivent rien négliger pour s'informer de tout ce qui a rapport aux voyages qu'ils vont entreprendre.

De la maniere de s'approcher de Terre.

505. Lorsqu'on pense approcher de terre, dès le tems même qu'on s'en croit encore assez loin, on doit se tenir sur ses gardes, & ne donner toujours qu'une médiocre confiance à son travail. Il faut aller de nuit à petites voiles, lorsqu'il n'y a point encore de péril à craindre ; & il est même de la prudence quelquefois, lorsque les nuits sont longues & obscures, de reprendre un peu le large, c'est-à-dire, de courir, non pas parallelement à la côte, mais de s'en écarter de quelque quart de vent : l'usage de la sonde est d'un grand secours dans ces rencontres. Il suffit quelquefois de savoir combien il y a de fond ou de profondeur d'eau pour pouvoir, avec l'observation de la latitude, marquer sur la Carte l'endroit où l'on est. On trouve dans certains parages le fond à plus de 150 lieues de terre, & il va insensiblement en montant à mesure qu'on avance.

506. Les Pilotes ont des livres qu'ils consultent & qu'ils nomment *Routiers* : ces Livres indiquent, non-seulement la

profondeur de l'eau, mais toutes les qualités du fond ; ils marquent ſi ce fond eſt de vaſe ou de ſable, mêlé de coquilles, de petites pierres colorées, &c. Toutes les différences qu'on peut reconnoître par la ſonde, ſe réduiſent à cinq ou ſix, & on les écrit quelquefois ſur les Cartes mêmes, à côté des braſſes d'eau.

De la maniere de ſonder.

507. Il eſt très-facile de ſonder dans les Mers peu profondes ; mais l'opération eſt longue & pénible, lorſqu'en venant de loin, on veut ſonder dans des endroits où il y a une grande profondeur d'eau. Il faut alors ſe ſervir de cordes ou de lignes de ſonde beaucoup plus groſſes, & on eſt auſſi obligé de mettre à l'extrémité des poids beaucoup plus peſans, des plombs, par exemple, de 60 ou 80 livres, au lieu de ceux de 20 ou 30 livres qui ſuffiſent ordinairement : ces poids ont la forme conique, ou de pains de ſucre, & ils ont toujours en-deſſous un creux dans lequel on met du ſuif. Cette matiere, en s'appuyant ſur le fond, ſe charge de quelques-unes des parties terreſtres qui ſont en bas, ou reçoit l'impreſſion du rocher, s'il n'y a rien autre choſe.

508. On ne peut pas ſonder pendant que le Navire fait voile, car le choc de l'eau empêcheroit le plomb de deſcendre, & expoſeroit la ligne à ſe rompre. Il faut donc néceſſairement s'arrêter, ou *mettre en panne* ou *côté à travers*. Pluſieurs Matelots ſe mettent autour du Navire par dehors ; ils ſoutiennent la ligne, & lorſque tout eſt prêt, ils lâchent à leur tour la portion qu'ils tenoient, & ils ne la lâchent qu'autant qu'il eſt néceſſaire, afin de ſentir, s'il eſt poſſible, la diminution que doit recevoir tout-à-coup le poids total, lorſque le plomb vient à s'appuyer ſur le fond.



TROISIEME SECTION.

Des Cartes Marines ou Hydrographiques.

CHAPITRE PREMIER.

Des différentes ſortes de Cartes Marines & de leur Conſtruction.

509. *Les Cartes Marines repréſentent les Mers & les bords des terres.* Leur but eſt de marquer aux Pilotes les routes qu'il faut prendre pour aller d'un lieu à un autre par le rumb de vent qui y conduit. C'eſt pour cela qu'on y place pluſieurs Roſes des vents, & que les Méridiens, les paralleles & les rumbs de vent y ſont repréſentés par des lignes droites; au lieu que dans les Cartes Géographiques les Méridiens & les paralleles ſont repréſentés ordinairement par des lignes courbes.

510. *Il y a de deux ſortes de Cartes marines; les unes ſe nomment Cartes plates, & les autres Cartes réduites.*

De la Nature des Cartes Plates.

511. *Les Cartes plates ſont celles dont les degrés de latitude ſont égaux, & qui n'ont point d'échelle de longitude.* Il y en a même où les degrés de latitude ne ſont point marqués : on les nomme alors *Cartes de diſtances;* on ne s'en ſert guere que pour reconnoître les terres, auſſi ne ſont-elles d'uſage que pour le Cabotage.

512. Les Cartes plates ſont nommées ainſi, parce que la partie du Globe qu'elles repréſentent eſt ſuppoſée n'avoir pas de courbure ſenſible. On s'en ſert ordinairement dans les courtes navigations, quoiqu'il fût beaucoup meilleur

de ne se servir jamais que de Cartes réduites. Les Méridiens, ou les lignes Nord & Sud, sont marqués par des lignes paralleles dans les Cartes plates; au lieu que sur la Terre, comme nous l'avons vu, les Méridiens vont se rencontrer aux deux Poles, en s'approchant les uns des autres, à mesure qu'on s'éloigne de l'Equateur.

513. Plus la Carte plate a de hauteur ou d'étendue du Nord au Sud, plus elle est défectueuse. Son imperfection est encore plus grande, si la partie du Globe qu'elle représente est par une plus grande latitude : car alors le Pole est plus voisin, & les Méridiens different donc davantage d'être paralleles. On sentit ce défaut aussi-tôt qu'on commença à se servir des Cartes plates; mais ce ne fut qu'après de longues tentatives qu'on réussit à y trouver la correction nécessaire.

Des Cartes réduites & de leur Construction.

514. *Les Cartes réduites sont celles dont au moins un des paralleles est divisé en parties égales pour déterminer les longitudes; & les degrés de latitude y sont inégaux.*

515. Comme on veut que les rumbs de vent soient des lignes droites, on se met dans la nécessité de rendre les Méridiens paralleles entr'eux, & on rend les degrés des paralleles aussi grands que ceux de l'Equateur, quoiqu'ils dussent être plus petits dans toutes sortes de rapports, & se réduire à rien aux deux Poles. Mais il y a une maniere de donner à ces mêmes degrés une moindre valeur; c'est de les mesurer avec une échelle dont les parties soient plus grandes. Voici donc le parti qu'on prend. On fait croître sur la Carte réduite les degrés du Méridien dans le même rapport que les degrés de longitude devroient être plus petits, & on prend toujours les degrés du Méridien pour la mesure de 20 lieues marines. Les degrés de longitude ou les degrés des paralleles se trouvent après cela comme plus petits, à mesure qu'on avance vers le Pole. Il faut considérer la Carte réduite comme un assemblage de Cartes plates différentes, placées les unes au-dessus des autres, & qui n'ont pas les mêmes échelles de lieues.

516. Les degrés des paralleles diminuent de longueur dans le même rapport que les circonférences de ces cercles, & les circonférences diminuent comme les rayons. Mais si on jette

les yeux sur la figure 38, & qu'on fasse attention que tous les paralleles ont leur centre dans l'intérieur de la Terre, sur l'axe ou sur le diametre conduit d'un Pole à l'autre, on verra que les rayons des paralleles sont les sinus de complément des latitudes. Le rayon du parallele BI, par exemple, est le sinus de l'arc BN, qui est la distance du point B au Pole, ou le complément de sa latitude. Ainsi lorsqu'on avance vers les Poles, les degrés des paralleles diminuent de grandeur, dans le même rapport que les sinus de complément des latitudes. Si on est éloigné de l'Equateur de 60 degrés, on sera éloigné du Pole de 30 degrés; & le sinus de 30 degrés étant la moitié du sinus total, la circonférence de ce parallele sera deux fois plus petite que celle de l'Equateur, les degrés de longitude sur ce parallele ne seront que de 10 lieues; ils seront deux fois plus petits que ceux de l'Equateur. Mais puisqu'on doit faire augmenter les degrés du Méridien dans le même rapport que les degrés des paralleles devroient être plus petits, & que nous les rendons réellement plus grands, il faut faire croître les degrés du Méridien comme les sécantes des latitudes; car les sécantes augmentent de la même quantité que les sinus de complément diminuent. Fig. 38.

517. On ne réussiroit pas à graduer assez exactement le Méridien, ou à trouver la grandeur qu'il faut donner à chacun de ses degrés, si on traçoit un quart de cercle, pour y prendre successivement toutes les sécantes. Au lieu de faire l'opération par une figure, on l'a faite par le calcul, & elle est devenue d'une précision incomparablement plus grande. On ne s'est pas contenté de chercher la grandeur des degrés, on a même cru nécessaire de chercher celle des minutes. C'est ainsi qu'on a calculé la Table des *Latitudes croissantes* ou *réduites*, que nous donnons à la fin de ce Traité, page 27. Cette Table suppose que chaque degré de longitude sur les paralleles est de 60 parties, ou est égal à 60 minutes prises sur l'Equateur. Si on veut, par exemple, marquer sur la Carte l'étendue de 40 degrés de longitude, on prend sur une échelle de dîme 2400 parties, qui est le produit de 40 par 60. Mais pour avoir la longueur qu'il faut donner à 40 degrés de latitude sur la Carte réduite, il faut la chercher dans la Table des *Latitudes réduites* ou *parties méridionales*, & on trouve 2623 parties: ce nombre est la somme de toutes les sécantes naturelles de minute en minute jusqu'à 40 degrés.

❀

CHAPITRE II.

Opérations ou Pratiques sur les Cartes Marines.

518. LA plupart des opérations qu'on peut faire sur les Cartes sont communes aux plates & aux réduites. Nous allons expliquer la maniere de *pointer* les unes & les autres, en séparant, comme on le fait ordinairement, ces opérations en différens Problêmes ou en diverses questions de pratique qui sont à résoudre.

PROBLÊME PREMIER.

Trouver la Latitude d'un Lieu sur la Carte.

519. Conduisez par le lieu proposé une ligne parallele aux lignes Est & Ouest de la Carte jusqu'à la rencontre d'un des deux Méridiens gradués; cette ligne déterminera la latitude de ce lieu. De sorte que si

On demande la latitude du Cap de la Hague, on la trouvera de 49° 45'.

PROBLÊME II.

Trouver la Longitude d'un Lieu sur la Carte réduite.

520. Il faut prendre avec un compas la plus courte distance du lieu proposé à une des lignes N & S, & porter cette ouverture sur la ligne Est & Ouest sur laquelle sont marqués les degrés de longitude : le point également distant de la même ligne N & S, du même côté, marquera la longitude du lieu proposé. En opérant ainsi, on trouvera que le Cap de la Hague est par 4° 22' de longitude Occidentale du Méridien de Paris.

PROBLÊME III.

Trouver à quel Rumb de vent deux Lieux ſont ſitués, c'eſt-à-dire, la route qu'il faut faire pour aller de l'un à l'autre.

521. Il faut imaginer une ligne droite tirée d'un lieu à l'autre, & remarquer à quel rumb de vent cette ligne ſe trouve parallele ; ce qu'on découvre aiſément à l'œil ou avec un compas. On évitera tout tâtonnement en tendant un fil ſur les deux points, ou bien en ſe ſervant d'une regle au lieu de fil : on prendra avec un compas la plus courte diſtance du centre d'une roſe au fil ou à la regle, & faiſant couler ſes deux pointes parallelement à la regle, celle qui part du centre de la roſe tracera le rumb de vent qu'on cherche, tandis que l'autre pointe indiquera la route du Vaiſſeau.

EXEMPLE. On demande à quel air de vent ſont ſitués l'Iſle d'Aurigny & le Cap Lézard.
℞. E $\frac{1}{4}$ SE $\frac{1}{2}$ E & O $\frac{1}{4}$ NO $\frac{1}{2}$ O.

PROBLÊME IV.

Trouver la diſtance d'un Lieu à un autre.

522. Rien n'eſt plus aiſé que de trouver la diſtance d'un lieu à un autre ſur la Carte plate, car il ne s'agit que de prendre cette diſtance avec un compas, & la porter ſur l'échelle des lieues.

523. On opére à-peu-près de même ſur les Cartes réduites, & quand elles n'ont point d'échelles de lieues on ſe ſert d'un des Méridiens gradués, en eſtimant 20 lieues pour chaque degré ; & comme ces degrés ſont inégaux dans les Cartes réduites, on a ſoin de porter l'ouverture du compas ſur le Méridien gradué, de maniere que la latitude moyenne des deux lieux ſoit à-peu-près le milieu de cette diſtance.

524. Lorſque les deux lieux ſont fort éloignés l'un de

l'autre, la meſure naturelle du chemin étant la portion du Méridien gradué, compriſe depuis une latitude juſqu'à l'autre, il faut prendre cet intervalle pour ſervir de meſure, & la porter en ligne droite d'un lieu à l'autre autant de fois qu'il eſt néceſſaire. Il n'y a pas d'inconvénient néanmoins dans la pratique à embraſſer immédiatement quelques degrés de plus ou de moins que la différence en latitude pour ſervir de meſure; on obſerve ſeulement, ſi l'on prend un ou deux degrés de plus ou de moins par en haut, de prendre auſſi un ou deux degrés de plus ou de moins par en bas, afin de faire une eſpece de compenſation.

EXEMPLE. On demande la diſtance de l'Iſle d'Aurigny au Cap Lézard.

℟. 39 lieues.

PROBLÊME V.

Connoiſſant la Latitude & la Longitude d'un Lieu, trouver ce Lieu ſur la Carte réduite.

525. Cherchez avec deux compas le point où ſe rencontre la ligne Eſt & Oueſt, qui répond au degré de latitude donnée, & celle Nord & Sud qui répond au degré de longitude : ce point de rencontre eſt celui où l'on ſe trouve ſur la Carte.

EXEMPLE. On ſuppoſe être arrivé par 49° 30′ de latitude Nord & par 8 degrés de longitude Occidentale du Méridien de Paris. On demande le point ſur la Carte.

℟. Ce point eſt 10 lieues ½ dans le SSO du Cap Lézard.

526. On met ſouvent ce Problême en uſage dans les voyages de long cours, après avoir trouvé par le premier Problême du Quartier de réduction (571) la latitude & la longitude d'arrivée.

PROBLÊME VI.

Moyen de marquer ſur la Carte le Point où l'on eſt à la vue de deux Terres.

527. Lorſqu'on ſe trouve à la vue de deux terres, on peut, après les avoir relevées avec la Bouſſole ou le Compas de variation, marquer fort aiſément ſur la Carte l'endroit où l'on eſt; car il ſuffit de mener de ces deux points des lignes paralleles oppoſées aux deux rumbs de vent obſervés; le point où ces deux lignes ſe rencontrent repréſente le lieu où l'on eſt.

528. Suppoſons qu'on puiſſe voir Belle-Iſle d'aſſez loin, de même que l'Iſle-Dieu, & que la premiere de ces Iſles reſte au N $\frac{1}{4}$ N E, & l'autre à l'E $\frac{1}{4}$ S E. Nous prendrons, avec un compas ordinaire, la diſtance du milieu de Belle-Iſle au N $\frac{1}{4}$ N E, & faiſant gliſſer une des pointes du compas le long du rumb de vent en deſcendant, l'autre pointe tracera une ligne parallele, qui ſera la direction du S $\frac{1}{4}$ S O par rapport à Belle-Iſle, mais le N $\frac{1}{4}$ N E par rapport au point d'où l'on voit Belle-Iſle; nous prendrons en même tems, avec un autre compas, la diſtance de l'Iſle-Dieu à l'E $\frac{1}{4}$ S E, & traçant une ligne parallele à ce ſecond rumb de vent, nous aurons une ſeconde direction, & le concours des deux nous donnera le point où nous nous trouvons néceſſairement; de ſorte que de ce point Belle-Iſle reſte au N $\frac{1}{4}$ N E éloignée d'environ 9 lieues $\frac{1}{2}$, & l'Iſle-Dieu à l'E $\frac{1}{4}$ S E diſtante de 12 lieues $\frac{1}{3}$: car ſi on ſuivoit l'un ou l'autre de ces rumbs de vent, on iroit rencontrer l'une ou l'autre Iſle.

529. On ſe ſert ordinairement de cette pratique pour marquer ſon point de *Partance* ſur la Carte. Le ſoir lorſqu'on eſt à la veille de perdre les terres de vue, on en releve deux avec la Bouſſole, ce qui vaut beaucoup mieux que de n'en relever qu'une, & d'eſtimer à quelle diſtance on en eſt; cependant il faut quelquefois avoir recours à ce ſecond moyen de fixer le commencement de ſa Navigation; on y eſt néceſſairement obligé, lorſqu'on part d'une petite Iſle, & lorſqu'elle eſt ſeule.

PROBLÊME VII.

Connoiſſant le Rumb de vent qu'on a ſuivi & & le Chemin qu'on a fait, ou les lieues de diſtance, trouver le point où l'on eſt arrivé ſur la Carte.

530. Du point du départ, il faut mener une ligne droite parallele au rumb de vent qu'on a tenu, & égale au chemin qu'on a fait : l'extrémité de cette ligne repréſentera le point de l'arrivée.

EXEMPLE. Etant 6 lieues $\frac{1}{2}$ au NE$\frac{1}{4}$N du Cap de la Hague, on a couru 15 lieues au NE$\frac{1}{4}$E. On demande le point d'arrivée.
℟. Ce point eſt 9 lieues dans l'ESE 3 degrés S de la pointe Sainte Catherine, ou par 50° 25′ de latitude, & par 16° 54′ de longitude Méridien de l'Iſle-de-Fer.

PROBLÊME VIII.

Tranſporter un Point d'une Carte dans une autre.

531. Lorſqu'en pointant une Carte, on ſe trouve à une de ſes extrémités, il faut paſſer dans une autre, où ſoient marqués les mêmes endroits par leſquels finit la premiere ; alors on tranſporte le point d'une Carte dans l'autre, en le mettant à la même diſtance & au même rumb de vent par rapport à la même terre, & en obſervant de meſurer cette diſtance dans chaque Carte, avec ſa propre échelle.

532. L'opération eſt la même lorſqu'on paſſe d'une Carte réduite dans une autre, & on a même toujours un ſecours de plus, parce qu'il ſuffit, pour tranſporter le point, de le mettre par la même latitude & la même longitude : mais il faut toujours s'aſſurer auparavant ſi le premier Méridien eſt abſolument le même dans les deux Cartes : lorſque ces Méridiens ſont différens, il faut réduire une longitude à l'autre. Suppoſé que le premier Méridien dans une des

Cartes paſſe par l'Iſle-de-Fer, & que dans l'autre il paſſe par l'Obſervatoire Royal de Paris, il y aura entre toutes les longitudes 20 degrés de différence, dont Paris eſt plus vers l'Orient que l'Iſle-de-Fer. Voyez ci-devant, N°. 167 & ſuivans.

533. La différence eſt beaucoup moins grande entre les premiers Méridiens qui paſſent par l'Iſle-de-Fer & par le Pic de Ténériffe; c'eſt ce qui fait qu'on pourroit s'y tromper beaucoup plus aiſément. Un de ces Méridiens eſt éloigné de l'autre d'environ 1° 0'; il faut bien ſe reſſouvenir que l'Iſle-de-Fer étant la plus Occidentale des Canaries, toutes nos longitudes ſont plus grandes, auſſi-tôt qu'on les compte de l'Oueſt vers l'Eſt; ainſi pour réduire nos longitudes Françoiſes aux Hollandoiſes, qui ſe comptent depuis le Pic de Ténériffe, il faut retrancher 1° 0' des nôtres; ſi on veut au contraire réduire les longitudes Hollandoiſes aux Françoiſes, il faut ajouter 1° 0' aux Hollandoiſes.





LIVRE QUATRIEME.

De la Rèſolution des Routes de Navigation par diverſes Méthodes.

PREMIERE SECTION.

Dans laquelle on explique la maniere de Naviguer par le Quartier de Réduction (1).

CHAPITRE PREMIER.

Deſcription & Uſage du Quartier de Réduction.

534. LE Quartier de réduction eſt comme une Carte qui convient à tous les endroits du Globe terreſtre. On pointe, pour ainſi dire, les routes ſur cet inſtrument ; & après avoir vu à quelle latitude & quelle longitude elles conduiſent, on tranſporte le point, ſi l'on veut, ſur la Carte réduite, & on en tient compte ſur le Journal.

(1) On trouvera dans les Leçons de Navigation pluſieurs Exemples ſur chacun des Articles contenus dans cette Section.

535. Le Quartier eſt partagé en pluſieurs petits quarrés par des lignes droites paralleles qui ſont coupées perpendiculairement par d'autres paralleles : celles qui vont dans un ſens ſont des lignes Eſt & Oueſt qui ſe trouvent, par ce moyen, toutes diviſées en parties égales, & celles qui vont dans le ſens perpendiculaire au premier, ſont des lignes Nord & Sud pareillement diviſées en parties égales. Il y a auſſi ſur le plan de cet inſtrument pluſieurs quarts de cercles tracés, qui ont leur centre commun dans un des angles. Un de ces quarts de cercles eſt diviſé en degrés, & de 12 en 12 minutes ou de 10 en 10 par des tranſverſales. Il part du centre pluſieurs rayons qui font, les uns avec les autres, des angles de 11° 15′ & qui marquent les rumbs de vent. Les paralleles à AC (Fig. 57 & 58) ſont les lignes Nord & Sud, & les paralleles à BC ſont les lignes Eſt & Oueſt. Les Quartiers, dont on fait uſage, ſont collés ſur une feuille de carton, & on y attache un fil ou un crin au centre des arcs de cercles, pour ſuppléer aux rayons ou rumbs de vent qu'on ne peut, ſans confuſion, tracer en plus grand nombre. Fig. 57 & 58.

536. Il eſt facile de former ſur cet inſtrument tous les triangles rectangles poſſibles. Le fil qu'on peut tendre ſur telle direction qu'on veut, repréſente l'hypoténuſe. On en regle la longueur par le moyen des arcs concentriques & également éloignés les uns des autres, dont les intervalles ſe comptent aiſément par la maniere dont ils ſont diſtingués & cotés de 5 en 5 : on voit avec la même facilité la longueur des deux autres côtés par le moyen des droites paralleles & perpendiculaires, qui laiſſent auſſi entr'elles des intervalles égaux.

Trouver combien une Route porte vers le Nord ou vers le Sud, & vers l'Eſt ou vers l'Oueſt.

537. Puiſque la Navigation ſe fait par latitude & par longitude, la premiere recherche qu'on doit faire, lorſqu'on a parcouru quelque chemin en Mer, eſt de ſavoir de combien on a changé tant en latitude qu'en longitude, depuis le moment où l'on a commencé de compter ce chemin ; car alors connoiſſant la latitude & la longitude du

point d'où l'on eſt parti, il eſt facile de conclure celles du point où l'on eſt parvenu. Cette queſtion s'énonce ainſi :

Connoiſſant le nombre de Lieues parcourues ſur un Rumb de vent quelconque, trouver le nombre de Lieues qu'on a fait dans la ligne Nord & Sud, & le nombre de Lieues qu'on a fait dans la ligne Eſt & Oueſt.

538. Pour réſoudre cette queſtion par le Quartier de
Fig. 57 & 58. réduction, on prend toujours le centre C (Fig. 57 & 58.) pour le point du départ. La route faite ſuivant un même rumb de vent ſe compte toujours le long du fil attaché au centre, qu'on tend pour cet effet dans la direction de ce rumb ; & les lieues, milles, ou telles autres portions de parties égales du chemin fait ſur ce rumb, ſe comptent ſur le Quartier par les intervalles entre les cercles paralleles qui y ſont décrits : car cet inſtrument peut repréſenter indifféremment chaque quart de l'Horiſon. On peut prendre auſſi-bien le rayon CA pour le Sud que pour le Nord, & le rayon CB tient également lieu de l'Oueſt & de l'Eſt. Le Quartier de réduction ſatisfait à cet égard à tous les beſoins du Pilote, parce que les quatre portions de l'Horiſon ſont diviſées de la même maniere. Si l'on a couru au N E, on prendra la ligne CA pour le Nord, & CB pour l'Eſt ; & la ligne du milieu ſera le N E; on aura le N N E entre le Nord & le N E, &c. De même ſi l'on veut courir à l'O S O, on prendra la ligne CA pour le Sud & CB pour l'Oueſt ; la ligne du milieu ſera le S O, & le rayon qui eſt entre l'Oueſt & le S O, ſera l'O S O, & ainſi des autres. A l'égard des lieues parcourues dans le Nord ou le Sud, & de celles qui ſont parcourues dans l'Eſt ou l'Oueſt, on les compte toujours par les intervalles des droites paralleles.

539. Le Quartier de réduction eſt moins ſujet que les autres inſtrumens aux erreurs qui viennent de faute d'attention, parce qu'il met ſous les yeux les opérations dans leur plus grande ſimplicité : il rend très-ſenſibles les plus petites quantités quand les routes parcourues ſont fort

petites. En général on y regle la valeur des intervalles des droites & des cercles paralleles, ſelon l'étendue des diviſions de ce Quartier, & ſelon celle de la route qu'on veut réduire. Si on a couru un grand nombre de lieues, on prend les intervalles des lignes ou des cercles paralleles qui y ſont tracés pour une lieue, pour deux, pour trois ou pour quatre, &c., ſelon qu'on le trouve néceſſaire, pour que la droite, qui repréſente la route parcourue, ne ſorte pas hors le cadre du Quarrier, & il ſuffit de n'en pas changer la valeur pendant la même opération. Si l'on n'a fait que très-peu de chemin, il eſt alors plus convenable de réduire les lieues en milles, qui ſont des tiers de lieue. On peut même dans certains cas, pour avoir plus de préciſion, ſuppoſer que chaque mille eſt ſubdiviſé en dix parties égales, pour avoir des *Décimales de milles*, ce qu'on fait en y ajoutant un zéro, qu'on ſépare par une virgule pour éviter tout mécompte. Par exemple, au lieu de dire qu'un Navire a fait 6 lieues, je dirai qu'il a fait 18 milles, dont chacun vaut une minute de grand cercle : pour exprimer 51 milles & 3 dixiemes, j'écrirai 51,3. La forme de la diviſion du loch doit encore déterminer à faire uſage de milles, puiſque cet inſtrument eſt partagé en tiers de lieue.

540. EXEMPLE. On a couru 6 lieues ou 18 milles au N O $\frac{1}{4}$ N. On veut ſavoir combien on a avancé vers le Nord & vers l'Oueſt.

Je prends la ligne CA pour le Nord & la ligne CB pour l'Oueſt; la ligne du milieu ſera le N O, & CD ſera le N O $\frac{1}{4}$ N. Je prends après cela chaque intervalle des droites & des cercles paralleles pour un mille; je compte ſur CD 18 intervalles de cercle, ils ſe terminent en F, où je plante une aiguille pour marquer le point de l'arrivée. Je compte enſuite le nombre des intervalles de droites paralleles à CB qu'il y a depuis I juſqu'en F, ou depuis C juſqu'en E, & j'ai 15 milles avancés vers le Nord : la quantité dont j'ai avancé vers l'Oueſt, ou dont je me ſuis éloigné du Méridien vers l'Occident, eſt marquée par EF; je la compte par le nombre des intervalles de droites paralleles à CA compris depuis E juſqu'en F, je la trouve de 10 milles. Fig. 57.

Connoiſſant le nombre de Milles (ou de Lieues) ſinglés ſur pluſieurs Rumbs de vent, trouver le nombre de Milles qu'on a fait dans la ligne Nord & Sud, & dans la ligne Eſt & Oueſt.

541. EXEMPLE. On ſuppoſe avoir ſinglé au NNE 10 milles, au NO 12 milles, au SE$\frac{1}{4}$E 6 milles $\frac{1}{2}$ & à l'OSO 5 milles $\frac{1}{2}$. On demande combien on a avancé de milles dans la ligne Nord & Sud, & dans la ligne Eſt & Oueſt.

Routes.	Diſtances.	N.	S.	E.	O.
NNE	10 Milles.	9,2	....	3,8	....
NO	12	8,5	....	....	8,5
SE$\frac{1}{4}$E	6 $\frac{1}{2}$	....	3,6	5,4	....
OSO	5 $\frac{1}{2}$	....	2,1	....	5,1
		17,7	5,7	9,2	13,6
		5,7			9,2
Milles au N & à l'O.		12,0			4,4

EXPLICATION.

542. Après avoir diſpoſé les articles, en les rempliſſant de toutes les quantités déjà connues ou données, nous avons cherché les milles Nord & Sud, & les milles Eſt & Oueſt qui répondent à chaque rumb de vent & à chaque diſtance : nous avons fait enſuite une ſomme des milles courus exactement dans le même ſens, & nous avons ôté les uns des autres, ceux qui ont été faits dans des ſens directement contraires. Les milles Nord & les milles Oueſt ſe ſont trouvés les plus forts, & eu égard à tout, nous n'avons couru que 12 milles au Nord & 4 milles 4 dixiemes à l'Oueſt.

543. Nous avons eu égard dans cet exemple aux dixiemes de milles ; au lieu de 10 milles au NNE, nous avons compté 100, & il nous eſt venu 92 au Nord & 38 à l'Eſt, &

& nous avons écrit ces nombres, comme on le voit, en mettant une virgule avant la figure à droite, ce qui montre que 9,2 valent 9 milles & 2 dixiemes, & que 3,8 valent 3 milles & 8 dixiemes. Nous avons fait la même chose pour les autres routes : les deux dernieres sont de 6 milles $\frac{1}{2}$ & de 5 milles $\frac{1}{2}$, qui, réduits en dixiemes, valent 6,5 & 5,5 ; ainsi il a fallu compter 65 sur le SE$\frac{1}{4}$E & 55 sur l'OSO.

Réduction des Lieues ou Milles courus au Nord ou au Sud, en degrés de différence en Latitude.

544. Nous avons vu ci-devant (116 & 117), que *les degrés de latitude valent 20 lieues marines ou 60 milles, & que chaque lieue vaut 3 minutes de degré ou 3 milles.*

545. Ainsi connoissant les lieues dont on est avancé dans la ligne Nord & Sud, il est aisé de savoir le nombre de degrés & de minutes dont on a changé en latitude, parce que (303) le Pole s'éleve ou s'abaisse d'autant de degrés qu'on a couru de fois 20 lieues dans cette ligne. On convertit donc les lieues en degrés en les divisant par 20 ; & pour faire cette opération d'une maniere bien courte, il n'y a qu'à retrancher la figure qui est à droite, & prendre la moitié du nombre qui reste à gauche ; cette moitié donnera les degrés, & il faudra multiplier par 3 la figure retranchée pour avoir les minutes de surplus. Si on a, par exemple, avancé 62 lieues au Nord, la différence en latitude sera de 3° 6′. On multiplie par 3 la figure retranchée, puisque chaque lieue marine vaut 3 minutes de degré. Si l'on avoit avancé 215 lieues & un tiers vers le Nord ou vers le Sud, on trouveroit de la même maniere, en convertissant ces lieues en degrés, que la différence en latitude est de 10° 46′ : lorsqu'on retranche la figure 5, on a du côté gauche 21 qui valent 10° 30′ : les 5 lieues retranchées valent 15 minutes de plus, & il faut encore mettre une minute pour le tiers de lieue.

546. La réduction des milles en degrés n'est pas plus difficile que celle des lieues ; car il ne s'agit que de diviser par 60 le nombre de milles avancés au Nord ou au Sud, ce qui se fait aisément en retranchant la figure à droite, & en prenant le sixieme du reste : ce sixieme don-

nera des degrés, & la figure retranchée des minutes. Si, par exemple, on a avancé 186 milles vers le Sud, la différence en latitude sera de 3° 6′ : si l'on avoit fait 646 milles au Nord, on trouveroit 10° 46′.

Méthode de réduire en degrés de Longitude les Lieues ou Milles parcourus vers l'Est ou vers l'Ouest sur un cercle parallele à l'Equateur.

547. Il n'en est pas des degrés de longitude comme de ceux de latitude. *Il n'y a que sur l'Equateur que les degrés de longitude valent 20 lieues ou 60 milles* (117). *Par-tout ailleurs ils appartiennent à des petits cercles, & sont d'autant plus petits qu'on s'éloigne de l'Equateur ou qu'on s'approche des Poles ; de sorte que sur le parallele de 60 degrés ils sont diminués de moitié, & ne valent plus que 10 lieues ou 30 milles. Enfin sous les Poles ils sont réduits à rien.*

548. Or, pour convertir en degrés de longitude un nombre de lieues ou de milles, parcourus Est & Ouest sur un parallele, il suffit de chercher à combien de degrés ils répondent sur l'Equateur. Si, par exemple, on a fait
Fig. 38. 212 lieues vers l'Est sur le Globe terrestre de la Fig. 38, depuis C jusqu'en D : ces 212 lieues, si elles étoient courues sur un grand cercle, occuperoient un arc de 10° 36′ ; mais dans le cas présent elles doivent en occuper un d'un plus grand nombre de degrés, à cause de la petitesse de ceux du parallele ZH : nous n'avons qu'à chercher de combien de degrés est l'arc AM auquel elles répondent sur l'Equateur ; les arcs CD & AM sont équivalens quant à la longitude, parce qu'ils sont compris entre les mêmes Méridiens : ainsi l'arc AM étant de 300 lieues qui valent 15 degrés, nous en conclurons que les 212 lieues que contient l'arc CD valent aussi 15 degrés.

549. Pour exécuter l'opération précédente sur le Quartier de réduction, on compte les degrés de latitude sur le
Fig. 57 & 58. quart de cercle gradué, en commençant au point B. Le Quartier ne représente pas alors l'Horison ou la surface de la Mer, mais le quart du Méridien terrestre : la ligne Est & Ouest CB, prolongée plus ou moins, représente le rayon de l'Equateur, & la ligne Nord & Sud CA, la moitié de

l'axe de la Terre. On tend le fil sur le degré de la latitude du parallele. On compte ensuite les lieues ou milles parcourus Est & Ouest sur la ligne CB, & par le point où ces lieues ou milles se terminent, on tire une ligne parallele à CA jusqu'à la rencontre du fil sur lequel on plante une aiguille : on compte ensuite sur ce fil, par les arcs, depuis le centre C jusqu'à l'aiguille, combien il y a de lieues ou de milles, dont la réduction en degrés donne la différence en longitude.

550. EXEMPLE. On est par 42 degrés de latitude, & on a avancé 16 lieues ou 48 milles à l'Est ou à l'Ouest. On demande le changement en longitude.

Après avoir compté 42 degrés sur le quart de cercle AB du Quartier de réduction, depuis le point B; je tends le fil sur ce nombre de degrés; sa situation est représentée par la ligne ponctuée CH. Je compte ensuite les 16 lieues ou 48 milles parcourus Est & Ouest sur CB, depuis C jusqu'en I, & je monte parallelement à CA, jusqu'à la rencontre du fil où je plante une aiguille en G, de maniere que GK est égal à CI. Je trouve enfin, en comptant le long du fil, par le moyen des arcs, 21 lieues $\frac{1}{2}$ ou 64 milles $\frac{1}{2}$ depuis C jusqu'en G. Ainsi 16 lieues ou 48 milles, courus à l'Est ou à l'Ouest, lorsqu'on est éloigné de l'Equateur de 42 degrés, équivalent à 21 lieues $\frac{1}{2}$ ou à 64 milles $\frac{1}{2}$ courus sur l'Equateur; c'est-à-dire, à 1° 4′ $\frac{1}{2}$ de différence en longitude. Fig. 5

Méthode de réduire les degrés de Longitude d'un parallele en Lieues ou Milles Est ou Ouest.

551. Cette proposition étant l'inverse de la précédente; on tend le fil sur la latitude comme ci-devant : on compte les minutes de différence en longitude, sur les arcs, le long de ce fil, & on y plante une aiguille : alors les lieues ou milles Est ou Ouest se comptent parallelement à CB, depuis l'aiguille jusqu'à la ligne Nord & Sud AC.

552. EXEMPLE. On demande combien 43 minutes de différence en longitude valent de milles Est & Ouest par la latitude de 42 degrés.

Fig. 57. Si on tend le fil fur 42 degrés de latitude comptée depuis le point B, il fera repréfenté par la ligne CH : comptant enfuite le long de ce fil les 43 milles, ou minutes de différence en longitude, ils fe termineront en G, où l'on plantera une aiguille ; alors les milles Eft & Oueft feront repréfentés par GK que l'on trouvera de 32 milles.

Du Moyen parallele & de la maniere de le trouver.

553. Quand on fait route directement à l'Eft ou à l'Oueft, la réduction des lieues ou des milles parcourus fe fait par la latitude du parallele où l'on eft ; mais fi on a couru fur une route oblique, comme, par exemple, le N E ; les lieues Eft qui en proviendront n'auront été faites ni fur le parallele du départ, ni fur celui de l'arrivée ; elles auront été faites fur tous les paralleles compris entre deux : alors on fait la réduction fur le parallele qui tient le milieu entre les deux latitudes, & c'eft ce qu'on appelle *le moyen parallele.*

554. Il y a plufieurs manieres de trouver le moyen parallele. La plus fimple & en même-tems celle qui eft pratiquée en Mer, eft de prendre la moitié de la fomme des deux latitudes, fi elles font de même dénomination, & le quart de cette fomme fi les deux latitudes font de différent côté.

555. Le moyen parallele trouvé de cette maniere ne feroit point exact, fi la différence des deux latitudes excédoit 5 ou 6 degrés ; mais comme il faudroit être plufieurs jours fans faire la réduction de fes routes, pour trouver une fi grande différence en latitude, il ne peut gueres arriver qu'elle paffe ces nombres. Si cependant on étoit dans le cas d'en avoir une plus confidérable, comme de 12 ou 15 degrés, on pourroit chercher le moyen parallele fur l'échelle des latitudes croiffantes, qui eft à côté du Quartier de réduction, en prenant avec un compas le milieu entre les deux latitudes, ou plus exactement par la Table, pages 27 & 28 ; mais le plus fûr eft de faire ufage de la méthode de la loxodromie expliquée ci-après, N°. 674 & fuivans.

556. EXEMPLE. On eft parti de 31 degrés de latitude

Nord, & arrivé à 45 degrés de latitude aussi Nord. On demande le moyen parallele.

Latitude du départ N	31° 0′
Latitude d'arrivée N	45 0
Somme des latitudes	76° 0′
Moyen parallele	38 0
Sur l'échelle des latitudes croissantes & par la Table, page 27, on trouve	38° 20′

Principes essentiels pour la résolution des Problêmes généraux de Navigation.

I.

Connoissant la Latitude du départ & la différence en Latitude, trouver la Latitude d'arrivée.

557. *Si la latitude du départ & la différence en latitude sont de même côté*, toutes deux Nord ou toutes deux Sud, *on les ajoute ensemble pour avoir la latitude d'arrivée qui est aussi du même côté.*

558. *Mais si la latitude du départ & la différence en latitude sont de différente dénomination, on retranche la plus petite quantité de la plus grande, & le reste donne la latitude d'arrivée, qui est toujours du côté du plus grand nombre, c'est-à-dire, du côté de la latitude du départ, si elle est plus forte que la différence, ou du côté de la différence, si elle surpasse la latitude du départ.*

Exemple. Etant par 41° 2′ de latitude Nord, on a fait au Nord 116 milles ou 1° 56′. On demande la latitude d'arrivée.

Latitude du départ N	41° 2′
Différence en latitude N	1 56
Latitude d'arrivée N	42° 58′

II.

Connoiſſant les Latitudes du départ & de l'arrivée, trouver la différence en Latitude.

559. *Si les deux latitudes ſont de même côté*, toutes deux Nord ou toutes deux Sud, *il faut les ſouſtraire l'une de l'autre pour avoir la différence en latitude, qui eſt auſſi de même côté, quand la latitude d'arrivée eſt plus forte que celle du départ, ſinon elle eſt de différent côté.*

560. *Mais ſi les deux latitudes ne ſont pas de même dénomination*, que l'une ſoit Nord & l'autre Sud, *il faut les ajouter enſemble pour avoir la différence en latitude, qui eſt alors du côté de la latitude d'arrivée.*

EXEMPLE. Etant parti de 41° 2′ de latitude Nord, & arrivé à 42° 58′ de latitude auſſi Nord. On demande la différence en latitude.

Latitude du départ N	41°	2′
Latitude d'arrivée N	42	58
Différence en latitude N	1°	56′

III.

Connoiſſant la Longitude du départ & la différence en Longitude, trouver la Longitude d'arrivée.

561. On a vu ci-devant (110 & ſuiv.) que la longitude ſe compte de l'Oueſt à l'Eſt, depuis 0 degré juſqu'à 360, quand on fait paſſer le premier Méridien par l'Iſle-de-Fer, & que l'on diſtingue en longitude Orientale & Occidentale, celle qui ſe compte du Méridien de Paris, depuis 0 degré juſqu'à 180 degrés de chaque côté : voici les regles qu'il faut ſuivre dans l'un & dans l'autre cas.

I°. *Le premier Méridien passant par l'Isle-de-Fer.*

562. *Lorsque la différence en longitude est Orientale ou du côté de l'Est, on l'ajoute avec la longitude du départ pour avoir celle de l'arrivée ; & si la somme excede* 360 *degrés, on en prend le surplus.*

563. *Quand la différence en longitude est Occidentale, ou du côté de l'Ouest, on la retranche toujours de la longitude du départ* (augmentée de 360 degrés, si elle est plus petite que la différence) ; *le reste est la longitude d'arrivée.*

II°. *Le premier Méridien passant par Paris.*

564. *Si la longitude du départ & la différence en longitude sont de même dénomination*, toutes deux Orientales ou toutes deux Occidentales, *on les ajoute ensemble pour avoir la longitude d'arrivée, qui est aussi de même côté ; mais si la somme excede* 180 *degrés, on la retranche de* 360, *& le reste est la longitude d'arrivée, qui est pour lors du côté opposé à celle du départ.*

565. *Si la longitude du départ & la différence en longitude sont de différent côté, on retranche le plus petit nombre du plus grand, & le reste est la longitude d'arrivée, qui est toujours du côté du plus grand des deux nombres, c'est-à-dire, du côté de la longitude du départ, si elle est plus forte que la différence ; ou enfin du côté de la différence, si elle surpasse la longitude du départ.*

EXEMPLE. Etant parti de 195° 40′ de longitude comptée du Méridien de l'Isle-de-Fer, la différence en longitude étant de 1° 44′ du côté de l'Est. On demande la longitude d'arrivée.

Longitude du départ	195°	40′
Différence en longitude E	1	44
Longitude d'arrivée.	197°	24′



I V.

Connoiſſant les Longitudes du départ & de l'arrivée, trouver la différence en Longitude.

I°. *Le premier Méridien paſſant par l'Iſle-de-Fer.*

566. *Il faut toujours ſouſtraire les deux longitudes l'une de l'autre; le reſte, s'il eſt moindre que 180 degrés, eſt la différence en longitude: mais ſi ce reſte excede 180 degrés, on ajoute alors 360 degrés à la plus petite des deux longitudes, & on en retranche enſuite la plus grande. La différence en longitude eſt du côté de l'Eſt quand on augmente en longitude, & du côté de l'Oueſt quand on diminue.*

II°. *Le premier Méridien paſſant par Paris.*

567. *Si les deux longitudes ſont de même dénomination*, toutes deux Orientales ou toutes deux Occidentales, *il faut les ſouſtraire l'une de l'autre, pour avoir la différence en longitude, qui eſt auſſi de même côté quand la longitude d'arrivée eſt la plus forte, ſinon elle eſt de différente dénomination.*

568. *Si les deux longitudes ne ſont pas de même dénomination*, que l'une ſoit Orientale & l'autre Occidentale, *il faut les ajouter enſemble pour avoir la différence en longitude, qui eſt alors du côté de la longitude d'arrivée. Si cependant la ſomme ſurpaſſe 180 degrés, on la retranche de 360, & le reſte eſt la différence en longitude, par le plus court chemin, qui, dans ce cas, eſt du côté de la longitude du départ.*

EXEMPLE. Etant parti de 99° 45′ de longitude Orientale, & arrivé par 101° 54′ de longitude auſſi Orientale. On demande la différence en longitude.

Longitude du départ E	99° 45′
Longitude d'arrivée E	101 54
Différence en longitude E	2° 9′

CHAPITRE II.

Résolution des Problêmes généraux de Navigation, par le Quartier de Réduction.

569. LES explications précédentes étant bien entendues, on ne trouvera aucune difficulté dans les Problêmes que nous allons propoſer : nous ne ferons toujours, pour les réſoudre, que répéter les opérations que nous venons de faire.

PROBLÊME PREMIER.

570. *Connoiſſant le point du départ* (c'eſt-à-dire, ſa Latitude & ſa Longitude), *le Rumb de vent qu'on a ſuivi & le Chemin qu'on a fait, trouver le point d'arrivée*, c'eſt-à-dire, ſa Latitude & ſa Longitude.

571. EXEMPLE. On eſt parti de 41° 2′ de latitude Nord & de 95° 40′ de longitude Orientale; on a couru 46 lieues $\frac{1}{2}$ ou 139 milles $\frac{1}{2}$ au N E $\frac{1}{4}$ N. On demande la latitude & la longitude d'arrivée.

Milles au N, 116			Milles à l'E, 77,5		
ou différ. en latit. N .	1°	56′	Différence en longit. E		104′,3
Latitude du départ N .	41	2	ou	1°	44′,3
Latitude d'arrivée N .	42	58	Longit. du départ E .	95	40,0
Somme des latitudes .	84	0	Longit. d'arrivée E .	97	24,3
Moyen parallele . . .	42	0			

EXPLICATION.

572. On diſpoſera les articles comme ci-deſſus, en les écrivant, & on les remplira à meſure qu'on avancera dans l'opération. On comptera ſur le Quartier de réduction

Fig. 57. 139 milles $\frac{1}{2}$ le long du NE$\frac{1}{4}$N. Ce rumb de vent fera repréfenté par la ligne CD de la Fig. 57, en prenant CA pour le Nord & CB pour l'Eft. Les 139 milles $\frac{1}{2}$ fe termineront en F, où l'on plantera une aiguille. On trouvera le long de CE 116 milles ou minutes avancés vers le Nord, & les milles parcourus à l'Eft fe trouveront le long de EF : on verra qu'il y en a 77,5. On écrira ces milles de même que les milles Nord, comme on le voit ci-deffus.

573. On réduira enfuite les milles Nord en degrés de latitude, à raifon de 60 milles par degré (546). Ainfi nos 116 milles Nord valent 1° 56′ de différence en latitude, qui eft Nord, parce qu'on a couru au Nord : il faut (557) l'ajouter avec la latitude du départ, parce qu'on s'eft éloigné de l'Equateur. On trouve 42° 58′ pour la latitude d'arrivée.

574. La réduction des 77 milles 5 dixiemes Eft en degrés de longitude, demande, comme on le fait déjà, un peu plus de peine, parce qu'ils font courus fur un petit cercle, c'eft-à-dire, qu'il faut chercher à combien de milles ils répondent fur l'Equateur. Pour cela on fait une fomme de la latitude du départ & de la latitude d'arrivée, & on en prend la moitié, pour avoir *le moyen parallele;* c'eft ici 42 degrés. C'eft donc fur ce moyen parallele qu'il faudra réduire les 77 milles 5 dixiemes Eft en degrés de différence en longitude (549).

Fig. 57. 575. Il faut donc compter 42 degrés fur l'arc gradué du Quartier de réduction, en commençant au point B. On tendra le fil, & on comptera enfuite les milles Eft parallelement au côté BC; ou, ce qui revient au même, on n'a qu'à faire monter ou defcendre parallelement aux lignes Nord & Sud l'aiguille qui étoit en F, & on la plantera dans le point G où on rencontre le fil du moyen parallele. Ce fera précifément la même chofe que fi l'on comptoit les milles Eft depuis K jufqu'en G, & on aura fur les arcs le long du fil 104 milles 3 dixiemes, qui valent 1° 44′,3 de différence en longitude. On ajoutera cette différence à la longitude du départ, parce qu'en courant à l'Eft on a augmenté en longitude, puifque celle du départ eft Orientale (564). Il vient donc 97° 24′,3 pour la longitude d'arrivée, qui eft auffi Orientale.

*

PROBLÊME II.

576. *Connoiſſant le point du départ, le Rumb de vent qu'on a ſuivi & la Latitude d'arrivée, trouver la longueur du Chemin qu'on a fait & la Longitude d'arrivée.*

577. Exemple. On eſt parti de 41° 2′ de latitude Nord & de 59° 25′ de longitude Occidentale : on a couru au N E $\frac{1}{4}$ N, juſques par la latitude de 42° 58′ auſſi Nord. On demande le chemin qu'on a fait & la longitude de l'arrivée.

Latitude du départ N . .	41°	2′	Milles à l'E . .	77,5		
Latitude d'arrivée N . .	42	58	Differ. en longit. E . .			104′,3
Differ. en latitude N . .	1	56	ou		1°	44′,3
Somme des latitudes . .	84	0	Longit. du départ O .		59	25,0
Moyen parallele . . .	42	0	Longit. d'arrivée O .		57	40,7
Milles de diſtance . 139,5						

Explication.

578. On écrit les articles dans l'ordre qu'on voit ci-deſſus ; en rempliſſant ceux dont on connoît les quantités. On ôte une latitude de l'autre pour avoir la différence en latitude, qui eſt dans cet exemple de 1° 56′, laquelle vaut 116 milles qu'on a avancés vers le Nord (559). Il faudra après cela tendre le fil ſur le rumb de vent, c'eſt-à-dire, ſur la ligne CD, qui repréſente le NE$\frac{1}{4}$N, & on comptera, ſur la ligne Nord & Sud CA, les 116 milles dont on a avancé vers le Nord, ou dont on a changé de latitude : les 116 milles comptés ſur CA ſe termineront en E. De ce point on conduira EF parallelement à CB, & on plantera une aiguille en F : on aura depuis C juſqu'en F les milles de diſtance, ou la quantité de chemin qu'on a fait ; on trouvera 139 milles $\frac{1}{2}$, & les milles faits à l'Eſt ſeront de 77,5 qui ſe comptent le long de EF. Fig. 57.

579. On cherchera enſuite le moyen parallele comme à l'ordinaire, & réduiſant les milles avancés vers l'Eſt, en degrés de différence en longitude, on trouvera 1° 44′,3, qu'on retranchera de la longitude du départ, parce que la

route a été faite vers l'Eſt, & que la longitude du départ eſt Occidentale (565). Le reſte 57° 40',7 exprimera la longitude d'arrivée, qui eſt encore du côté de l'Oueſt ou de l'Occident.

PROBLÊME III.

580. *Connoiſſant le point du départ & la Latitude d'arrivée avec la longueur du Chemin qu'on a fait, trouver le Rumb de vent qu'on a ſuivi & la Longitude d'arrivée.*

581. EXEMPLE. On eſt parti de 60° 51' de latitude Nord & de 0° 9' de longitude Orientale. On a couru 36 lieues ou 108 milles entre le Sud & l'Oueſt, & on s'eſt trouvé par 59° 9' de latitude auſſi Nord. On demande le rumb de vent qu'on a ſuivi & la longitude d'arrivée.

Latitude du départ N .	60°	51'	Milles à l'O . 35,5 . .		
Latitude d'arrivée N .	59	9	Differ. en longit. O . . .		71'
Differ. en latitude S .	1	42	ou	1°	11'
Somme des latitudes .	120	0	Long. du départ E	0	9
Moyen parallele . . .	60	0	Longit. d'arrivée O	1	2
Rumb de vent le SSO 3° 19' S.					

EXPLICATION.

582. On trouvera la différence en latitude comme dans le Problême précédent, en ſuivant le principe donné ci-devant N°. 559; elle eſt de 1° 42' Sud ou de 102 milles
Fig. 57. que je compte ſur le côté Nord & Sud CA du Quartier, depuis C juſqu'en E. Je compte enſuite ſur les arcs les 108 milles de chemin, & les faiſant convenir avec la différence en latitude, ou les 102 milles Sud, je plante l'aiguille en F. J'ai les milles Oueſt 35,5 depuis E juſqu'en F; & tendant le fil de maniere qu'il paſſe par ce dernier point, j'ai le SSO 3° 19' S pour mon rumb de vent. Il ne me reſte plus après cela qu'à chercher le moyen parallele & à réduire les 35,5 milles Oueſt en différence en longitude.

PROBLEME IV.

583. *Connoiſſant le point du départ & celui de l'arrivée, trouver le Rumb de vent qui conduit d'un de ces points à l'autre, & la longueur du Chemin.*

Ce Problême eſt abſolument l'inverſe du premier. Deux points ſont donnés ſur la ſurface du Globe terreſtre, par la connoiſſance qu'on a de leurs latitude & longitude : on cherche la diſtance entre ces deux points & leur direction reſpective.

584. Exemple. On eſt parti de 41° 9′ de latitude Nord & de 99° 45′ de longitude Eſt; on eſt arrivé par 42° 51′ de latitude auſſi Nord, & par 101° 54′ de longitude Orientale. On demande le rumb de vent & la longueur du chemin.

Latitude du départ N . .	41°	9′	Longit. du départ E .	99°	45′
Latitude d'arrivée N . .	42	51	Longit. d'arrivée E .	101	54
Differ. en latitude N , .	1	42	Differ. en longit. E .	2	9
Somme des latitudes . .	84	0	ou		129
Moyen parallele . . .	42	0	Milles à l'E . 95,9 .		
Rumb de vent le N E 1° 47′ N					
Milles de diſtance . .	140				

Explication.

585. On trouvera la différence en latitude comme ci-devant. Elle eſt Nord, puiſqu'on eſt dans l'Hémiſphere Septentrional, & qu'on augmente en latitude (559). Ainſi on a couru vers le Nord. La différence en longitude ſe trouve auſſi en ôtant une des longitudes de l'autre, & cette différence eſt Eſt, puiſque la longitude d'arrivée eſt plus grande que l'autre (567). Les 2° 9′ dont on la trouve, valent 129 minutes, c'eſt-à-dire, que notre route, quant au changement en longitude qu'elle a produit, répond à 129 milles étendus le long de l'Equateur. Il faut après cela faire le contraire de ce que nous faiſions. Ces 129 milles doivent être réduits en milles Eſt, afin que nous ſachions

de combien de milles nous ſommes avancés effectivement vers l'Eſt ſur le parallele où ſe fait notre Navigation.

586. Nous tendons le fil ſur les 42 degrés du moyen parallele, & comptant les 129 minutes de différence en longitude le long du fil, nous plantons l'aiguille en G (Fig. 58.), & nous trouvons 95 milles 9 dixiemes Eſt depuis G juſqu'en K. Enfin nous faiſons quadrer ces 95 milles 9 dixiemes Eſt avec la différence en latitude 1° 42', ou les 102 milles Nord qu'on comptera depuis C juſqu'en E. On tranſportera l'aiguille de G en F : on aura depuis C juſqu'en F 140 milles pour le chemin, & on verra en même-tems qu'on a couru au N E 1° 47' N, puiſque la différence en latitude eſt Nord, & la différence en longitude eſt Eſt. Ce ſeroit au contraire le S O 1° 47' S, ſi l'on avoit diminué en latitude & en longitude.

587. On apprend par ce Problême que pour ſe rendre du point propoſé à l'autre, il faut faire le N E 1° 47' N. Mais ſi on vouloit faire cette route avec la Bouſſole, ayant 7 degrés de variation N E, ce ſeroit le cas où il faudroit prévenir l'erreur dans laquelle on tomberoit, ſi l'on ne ſe précautionnoit pas. Tous les rumbs de vent de la Bouſſole qui ſont du côté de l'Eſt, doivent s'écarter du Nord de 7 degrés. Ainſi, en ſuivant le N E 1° 47' N de la Bouſſole, on courroit effectivement au N E 5° 13' E; il faut donc, pour prévenir l'erreur que cauſe la variation, s'approcher du Nord. On prendra le N E $\frac{1}{4}$ N 2° 28' E ſur la Bouſſole; la variation ſera enſuite cauſe qu'on ne courra effectivement qu'au N E 1° 47' N.

CHAPITRE III.

Des Regles de Navigation compoſées

588. ON change en Mer très-fréquemment de rumbs de vent, ce qui a mis les Pilotes dans la néceſſité de recourir à une opération particuliere, pour ſe diſpenſer de faire un Problême pour chaque route. Nous avons déjà expliqué en partie cette méthode dans le premier Cha-

pitre de ce Livre (No. 541 & suiv.) On donne le nom de *Regles composées* à ces opérations, qui consistent à chercher pour chaque route les milles Nord ou Sud, & les milles Est ou Ouest, & à joindre ensemble celles qui ont été faites dans le même sens. Il suffit de donner quelques exemples pour éclaircir ceci, & pour montrer la maniere d'en disposer le calcul.

589. Exemple I. On est parti de 39° 20′ de latitude Nord & de 25 degrés de longitude Orientale. On a couru les routes suivantes sur le Compas; la variation étant de 16 degrés N O. On demande le point d'arrivée, le rumb de vent & le chemin en ligne droite.

Dans cet exemple, on peut remarquer comment il faut corriger les routes de la variation & de la dérive en même-tems.

Roures.	Dérive.	Var.	Dist.	Rumbs valus.	N.	S.	E.	O.
N E $\frac{1}{4}$ E	10° Trib.	16° 0′ N O.	15 M	N E 5° 15′ E	9,6	. .	11,5	. .
N E 5° 0′ N	8 Basb.		36	N $\frac{1}{4}$ N E 4 45 E	34,6	. .	9,9	. .
E $\frac{1}{4}$ S E 4 0 E	20 Trib.		41	E $\frac{1}{4}$ S E. . .	. .	8,0	40,2	. .
N E $\frac{1}{4}$ N 3 15 E	14 Basb.		27	N $\frac{1}{4}$ N E 4 15 N	26,8	. .	3,3	. .
					71,0	8,0	64,9	. .
					8,0	. .	. .	. .
Milles au N & à l'E					63,0	. .	64,9	. .

Rumb de vent en ligne droite, le N E 0° 51′ E.
Chemin en droite ligne 90, 5 milles.

Milles au N, 63			Milles à l'E . . 64,9		
ou differ. en latit. N. .	1°	3′	Differ. en longit. E . .		84′,5
Latitude du départ N. .	39	20	ou	1°	24′,5
Latitude d'arrivée N. .	40	23	Longit. du départ E . .	25	0,0
Somme des latitudes .	79	43	Longit. d'arrivée E . .	26	24,5
Moyen parallele . . .	39	51$\frac{1}{2}$			

Explication.

590. Après avoir disposé les articles en les remplissant de toutes les quantités déjà connues ou données, nous

avons d'abord cherché quel étoit l'effet de la variation & de la dérive sur les routes. Nous avions suivi dans la premiere le NE¼E de la Boussole ; mais la variation qui étoit NO de 16 degrés, a été cause que cette direction répondoit au NE 4° 45′ N ; & comme la dérive étoit de 10 degrés du côté de tribord, elle portoit donc 10 degrés en sens contraire : on a donc fait réellement le NE 5° 15′ E, & nous l'avons écrit à côté pour nous en servir ; c'est-à-dire, que nous avons compté les 15 milles de la premiere route, non pas sur le NE¼E, mais sur le NE 5° 15′ E, & nous avons trouvé au Nord 9,6 milles & 11,5 milles à l'Est. On trouve de la même maniere que le NE 5° N a valu le N¼NE 4° 45′ E, &c.

591. Toutes les réductions étant faites, on trouve qu'on a avancé vers le Nord de 63 milles & vers l'Est de 64,9. Nous avons fait quadrer les uns avec les autres, ce qui nous a donné notre rumb de vent & notre chemin en ligne droite. Les milles Nord évalués en degrés, nous donnent 1° 3′ de différence en latitude, & les 64,9 milles à l'Est réduits sur le moyen parallele, nous donnent notre différence en longitude 1° 24′,5.

EXEMPLE II. On est parti de 0° 30′ de latitude Nord & de 36° 12′ de longitude Occidentale. On a couru sur la Boussole au SO 33 milles, à l'OSO 4° 30′ S 18 milles, au SSE 4° 30′ E 10 milles, au S¼SE 4° 15′ S 12 milles, & au SE¼S 5° 15′ E 9 milles, la variation étant de 5 degrés NE pendant que la dérive étoit de 19 degrés du côté de bas-bord dans les deux premieres routes, & de 10 degrés tribord dans les trois autres. On demande la latitude & la longitude d'arrivée, la route directe & la distance.

℞. { Latit. d'arrivée S 0° 40′. Long. d'arriv. O 36° 38′,5.
Rumb en ligne droite, le SSO 1° 46′ S.
Milles de distance en ligne droite 74,8. }

Usage de la Regle composée, lorsqu'on navigue dans un endroit où il y a des Courans.

592. Les moyens que nous avons expliqués dans les deux premieres sections du troisieme Livre, pour reconnoître le rumb de vent & pour mesurer le sillage, ne nous donnent que le

le mouvement particulier du Navire par rapport à la Mer. Cependant ſi on connoît la direction & la viteſſe d'un courant, il n'y aura à la fin de toutes les routes qu'à en joindre une derniere pour repréſenter l'action particuliere de la Mer.

593. Les cinq routes de l'exemple précédent, tombent dans un endroit de l'Océan où le courant équinoxial n'eſt jamais oiſif. Nous ſavons heureuſement que ce courant fait environ 3 lieues par jour; & on a auſſi de tems en tems des occaſions de reconnoître s'il porte un peu vers le Nord ou vers le Sud, pendant qu'il eſt toujours dirigé vers l'Oueſt. Suppoſons que ſa direction ſoit le O $\frac{1}{4}$ N O, & que nous ayons mis 36 heures à faire les routes dont il s'agit; il s'enſuivra delà que le courant nous aura tranſporté 4 lieues $\frac{1}{2}$ à l'O $\frac{1}{4}$ N O, pendant que nous avons fait nos cinq routes : il n'y aura donc qu'à mettre à leur ſuite 4 lieues $\frac{1}{2}$ ou 13 milles $\frac{1}{2}$ à l'O $\frac{1}{4}$ N O pour l'effet du courant. On fera la réduction ou la regle compoſée, comme s'il y avoit effectivement ſix routes, & l'opération donnera la latitude & la longitude d'arrivée.

CHAPITRE IV.

Détail des Opérations qu'on nomme Corrections.

594. LE Pilote deſtitué du ſecours des longitudes, n'a de bien aſſuré que ſa latitude, lorſqu'il peut l'obſerver. Le rumb de vent indiqué par ſa Bouſſole, eſt pour connoître la direction de ſa route, un moyen ſujet à bien des incertitudes, par la petiteſſe inſéparable de la nature des Compas de route ; par leur variation toujours changeante & difficile à déterminer; par les *lans*, c'eſt-à-dire, par les écarts ſubits auxquels un Vaiſſeau eſt ſujet par la mal-adreſſe ou l'inattention des Timoniers qui laiſſent *arriver* le Navire; par la dérive, qui varie ſelon la force du vent, la poſition de la voilure & la direction de la route. D'un autre côté, la meſure du chemin parcouru qu'on fait avec le loch, eſt néceſſairement groſſiere par la petiteſſe de l'intervalle des nœuds comparée à la longueur du chemin, & par l'inexactitude dans le tems, inſéparable de la nature des ſabliers qu'on y emploie, & du peu de du-

rée de l'expérience. D'où il suit que l'estime des routes journalieres d'un Navire n'est fondée que sur des conjectures faites à l'aide d'un grand nombre de mesures, toutes sujettes à des erreurs plus ou moins considérables; elles demandent par conséquent une attention continuelle pour rendre ces erreurs les plus petites qu'il est possible, une vigilance extrême pour les marquer & pour y remédier au plutôt; un jugement éclairé par une théorie profonde de l'art, & par une longue expérience, pour apprécier les effets de celles qu'on a remarquées sans avoir pu les éviter.

595. Il faut donc qu'un Pilote ait continuellement l'œil à toutes les circonstances du mouvement du Navire; qu'il observe soigneusement sa dérive; qu'il tienne une note exacte de tous les petits accidens qui arrivent à la barre, & qu'il estime sur le champ ce que chacun peut produire d'erreur sur sa route; afin qu'au moment de midi, où finit la journée, il soit en état de tenir compte de tout, pour faire le calcul de son point d'arrivée. Il faut du moins que, si l'observation de la latitude faite à midi, fait appercevoir une différence sensible entre la route qu'on a cru avoir tenue, & celle qui répond à l'observation; il faut, dis-je, au moins que le Pilote soit en état de décider de quel côté principalement l'erreur peut être arrivée, si c'est la faute du rumb ou celle de la distance. Il est obligé alors de corriger l'un ou l'autre, ou même tous les deux; & on donne à cette opération le nom de *Correction*, qui a principalement pour objet de déterminer la longitude à laquelle il est plus plausible de s'arrêter, ou de croire qu'on est arrivé.

596. Il se peut faire dans plusieurs cas, qu'on ait lieu de soupçonner que l'erreur qu'on a commise tombe plutôt sur une partie que sur l'autre. Si le doute tombe, par exemple, sur l'estime du chemin, & qu'on ait lieu de regarder le rumb comme mieux déterminé, on doit avoir recours au second Problême (576). On se servira du rumb de vent & de la différence en latitude fournie par l'observation de la hauteur, pour avoir le chemin qu'on nommera alors corrigé, pour le distinguer de celui trouvé par l'estime: on aura en même tems les milles Est ou Ouest corrigés, qui, réduits par le moyen parallele, serviront à trouver la longitude d'arrivée corrigée.

597. Si le ſoupçon tomboit au contraire ſur le rumb de vent, & qu'on crût devoir ſe repoſer davantage ſur le chemin, on auroit recours au troiſieme Problême (580), c'eſt-à-dire, qu'on feroit convenir le chemin eſtimé avec la différence en latitude trouvée par l'obſervation, ce qui donneroit le rumb de vent corrigé & les milles Eſt ou Oueſt, qui, réduits ſur le moyen parallele, ſerviront à trouver la longitude d'arrivée corrigée.

598. La ſeule direction de la route ſuffit auſſi très-ſouvent pour déterminer le Pilote dans le choix qu'il doit faire du ſecond ou du troiſieme Problême. Quoiqu'on puiſſe ſuppoſer des erreurs conſidérables ſur le rumb de vent ou ſur le chemin, ces erreurs ne produiſent pas toujours le même effet, ou ne tirent pas également à conſéquence dans tous les cas. Si on avoit, par exemple, couru ſur un rumb de vent très-voiſin du Nord ou du Sud, c'eſt-à-dire, depuis le NNE juſqu'au NNO, ou depuis le SSE juſqu'au SSO, & qu'on voulût, en négligeant ce rumb de vent, ne ſe ſervir que du chemin pour le faire convenir avec la différence en latitude obſervée, la plus petite erreur qu'on commettroit ſur ce chemin en produiroit une extrême ſur les milles Eſt ou Oueſt, & par conſéquent ſur la longitude d'arrivée.

Suppoſons que la vraie différence en latitude ſoit de 51 minutes, & qu'après avoir couru réellement 52 milles au N$\frac{1}{4}$NE, on s'imagine en avoir fait 61, en ſe trompant ſeulement de 9 milles; on peut voir aiſément ſur le Quartier de réduction que cette erreur en produiroit une de plus de 23 milles ſur la différence en longitude; ainſi il ſeroit extrêmement imprudent de ſe ſervir dans ce cas du troiſieme Problême, au lieu d'appliquer le ſecond.

599. On ne commettroit pas une moindre faute, ſi l'on employoit le ſecond Problême, lorſque la route eſt très-voiſine de l'Eſt ou de l'Oueſt, c'eſt-à-dire, entre l'ENE & l'ESE, ou entre l'ONO & l'OSO; car la plus petite erreur ſur le rumb de vent en produiroit alors une très-grande ſur la longitude: il ſuit delà qu'il faut avoir recours par préférence au troiſieme Problême, lorſque la route eſt très-voiſine de l'Eſt ou de l'Oueſt, & employer au contraire le ſecond, lorſqu'elle eſt peu éloignée du Nord

ou du Sud. Cette attention eſt de la plus grande importance, & c'eſt ce qui a engagé les Marins à diſtinguer trois différentes corrections, qu'ils emploient ſelon les divers cas.

600. Quelques momens avant midi, ſoit qu'il y ait apparence qu'on prendra hauteur, ſoit qu'il n'y en ait point, le Pilote doit faire la réduction de ſa route pour avoir ſa latitude & ſa longitude eſtimées par le moyen du rumb ſuivi & de la longueur du chemin, comme dans le premier Problême (570) : & s'il arrive qu'il ne puiſſe prendre hauteur à midi, il doit s'en tenir à ces réſultats.

601. Dans le cours d'une route compriſe entre deux obſervations de latitude, on peut prendre pour maxime générale que *ſi la latitude obſervée ne differe pas de la latitude eſtimée de plus de 3 minutes ſur une route de 20 lieues, ou de 4 ſur une route de 40 lieues, ou de 5 ſur une route de 60 lieues, & ainſi de ſuite en augmentant d'une minute pour chaque vingtaine de lieues, la longitude eſtimée du point d'arrivée, trouvée par la réduction ordinaire* (570); *eſt cenſée bonne, & l'on peut ſe diſpenſer d'y faire aucune correction* : de ſorte qu'alors on peut s'en tenir à cette longitude eſtimée, au rumb ſuivi & à la longueur de la route, ſans prétendre les faire quadrer plus parfaitement.

602. La raiſon de cette maxime eſt, 1°. Qu'avec les meilleurs inſtrumens, & avec toute l'adreſſe poſſible, on peut à peine répondre d'avoir obſervé ſa latitude avec une préciſion plus grande qu'à 2 minutes près ; & que quand même l'incertitude de l'obſervation ne paſſeroit pas une minute, il faudroit toujours ſe défier de 2 minutes d'erreur dans la différence des deux latitudes obſervées, puiſque cette erreur d'une minute a pu être commiſe dans l'une par excès & dans l'autre par défaut.

2°. Une minute étant la 60e. partie de 20 lieues, une pareille erreur cauſée, ſoit par le rumb, ſoit par la diſtance, ſoit par tous les deux à la fois, doit paſſer pour inſenſible, & il n'eſt pas par conſéquent néceſſaire de la vouloir faire diſparoître par des corrections qui ſont toujours haſardées, ſur-tout lorſqu'on n'a aucune raiſon de l'attribuer à une circonſtance de la route plutôt qu'à une autre.

603. Dans des routes peu conſidérables, comme dans

les traverſées de 300 ou 400 lieues, & dans les routes fort voiſines de la ligne Eſt & Oueſt, c'eſt-à-dire, dans celles qui ſont entre l'ENE & l'ESE, ou bien entre l'ONO & l'OSO, on peut étendre les limites de cette maxime à 3 minutes pour 10 lieues, 4 pour 20, 5 pour 30, &c., parce que l'erreur qui en peut réſulter dans la longitude n'étant que d'environ un trentieme, elle ne peut devenir dangereuſe dans une courte traverſée. Dans le cas de la route voiſine de la ligne Eſt & Oueſt, les moindres corrections qu'on fait à la longueur de la route, deviennent ſi conſidérables à l'égard de la longitude, qu'elles peuvent jetter dans des erreurs plus grandes que celles qu'on prétendroit corriger.

604. Mais, *ſi après avoir obſervé la hauteur du Pole, on trouve entre la latitude obſervée & la latitude eſtimée une différence plus grande que deux minutes, plus autant de minutes qu'il y a de vingtaines de lieues dans la longueur du chemin compté depuis la derniere latitude obſervée précedemment; alors il faut faire une des corrections ſuivantes.*

De la premiere Correction.

605. *On ſe ſert de la premiere correction, lorſque le rumb de vent ne s'écarte au plus du Nord ou du Sud que de deux quarts de vent* : c'eſt-à-dire, *qu'elle ſe pratique lorſque la route ſe trouve entre le NNE & le NNO, ou entre le SSE & le SSO.*

Cette premiere correction n'eſt autre choſe que le ſecond Problême : on néglige, par les raiſons que nous avons expoſées (598), le chemin que fournit l'eſtime, & on ne ſe ſert que du rumb de vent, qu'on fait convenir avec la différence en latitude obſervée.

606. Exemple. On eſt parti de 49° 36′ de latitude Nord & de 109° 45′ de longitude Occidentale. On a couru par eſtime 156 milles au S$\frac{1}{4}$SE; mais à la fin de cette route on a obſervé la latitude, & on l'a trouvée de 46° 48′ Nord. On demande le chemin corrigé & la longitude d'arrivée auſſi corrigée.

Latitude du départ N .	49°	36′	Milles à l'E corrigés, 33,4		
Latit. d'arr. obſervée N .	46	48	Diff. en long. E corr. .	0°	50′,1
Differ. en latit. obſerv. S .	2	48	Long. du départ O .	109	45
Somme des latitudes . .	96	24	Long. d'arr. corr. O .	108	54′,9
Moyen parallele . . .	48	12			
Milles de diſtance corrigés 171,3					

607. Si après avoir couru par eſtime 156 milles au S $\frac{1}{4}$ S E, on n'avoit pas obſervé la latitude, on ſe feroit ſervi des 156 milles de diſtance & du rumb de vent pour faire un premier Problême, & on eût trouvé une latitude & une longitude d'arrivée, qui n'euſſent été qu'*eſtimées;* mais on obſerve la latitude à la fin de ſa route, ce qui détermine à rejetter les milles de diſtance, & on ne ſe ſert que du rumb de vent, qu'on fait convenir avec la différence en latitude obſervée. On acheve l'opération en ſe conformant au ſecond Problême (576 & ſuiv.), ce qui donne 33,4 milles à l'Eſt qu'on nomme *corrigés*, quoiqu'il s'en manque beaucoup qu'on puiſſe les regarder comme abſolument ſûrs. On trouve en même-tems 171,3 milles pour la longueur du chemin corrigé, au lieu de 156 qu'on croyoit avoir faits.

De la ſeconde Correction.

608. *On a recours à la ſeconde correction, lorſque la route eſt voiſine de l'Eſt ou de l'Oueſt, & qu'elle n'en eſt éloignée au plus que de deux quarts de vent;* c'eſt-à-dire, que *cette correction s'étend depuis l'E N E juſqu'à l'E S E, & depuis l'O N O juſqu'à l'O S O.*

Il y a deux différentes pratiques qui ſont en uſage dans ce cas. Quelques Pilotes font le troiſieme Problême ſans avoir égard au rumb de vent eſtimé; ils le négligent, mais ils font convenir les milles de diſtance avec la différence en latitude obſervée, ce qui corrige le rumb de vent & la longitude.

D'autres cherchent les milles Eſt & Oueſt, comme dans le premier Problême (570); & ils les font enſuite quadrer avec la différence en latitude obſervée, pour avoir le rumb de vent corrigé & le chemin corrigé, &c. C'eſt au Pilote intelligent à juger dans l'occaſion, laquelle de ces pratiques il convient mieux d'employer. Nous nous atta-

cherons cependant à la ſeconde, comme étant la plus généralement ſuivie, & moins ſujette à inconvénient.

609. Exemple. On eſt parti de 60° 18′ de latitude Nord & de 179° 15′ de longitude Oueſt. On a couru par eſtime 78 milles à l'O S O 1° 28′ O, & à la fin de cette route on a pris hauteur, & on a trouvé qu'on étoit par 59° 42′ de latitude Nord. On demande le rumb de vent & le chemin corrigés, & la longitude d'arrivée.

Latitude du départ N .	60°	18′	Milles à l'O eſtimés, 72,8		
Lat. d'arr. obſervée N .	59	42	Différ. en longit. O .		145′,6
Différ. en lat. obſerv. S .	0	36	ou	2°	25′,6
Somme des latitudes .	120	0	Longit du départ O .	179	15
Moyen parallele . . .	60	0	Longit. d'arrivée O .	181	40,6
Rumb corrigé l'OSO 3° 49′ S.			Longitude totale . .	360	
Milles de diſtance corrigés 81,2			Longit. d'arrivée E .	178	19,4

610. Nous avons compté les 78 milles de diſtance eſtimés, ſur le rumb de vent eſtimé l'O S O 1° 28′ O, ce qui nous a donné les milles à l'Oueſt eſtimés 72,8. Nous avons enſuite fait quadrer ces 72 milles 8 dixiemes avec la différence en latitude obſervée 36 minutes, & nous avons trouvé le rumb de vent corrigé l'O S O 3° 49′ S, & le chemin corrigé de 81,2 milles. Enfin nous avons réduit les milles à l'Oueſt par le moyen parallele pour avoir la différence en longitude.

De la troiſieme Correction.

611. *Tous les rumbs de vent qui n'appartiennent ni à la premiere, ni à la ſeconde correction, ſont cenſés appartenir à la troiſieme ; ainſi elle comprend toutes les routes qui ſont entre le N N E & l'E N E ; entre le S S E & l'E S E ; entre le S S O & l'O S O ; & entre le N N O & l'O N O.*

612. Pour faire cette troiſieme correction, on fait uſage des deux autres. On cherche d'abord les milles Eſt ou Oueſt eſtimés, en ſe ſervant du rumb de vent & du chemin eſtimés. On fait enſuite convenir ce même rumb de vent avec la différence en latitude obſervée, ce qui donne d'autres milles Eſt ou Oueſt, qu'on appelle *obſervés*. On ajoute enſemble ces deux différentes eſpeces de milles Eſt ou Oueſt,

& on prend la moitié de leur ſomme ; ce qui donne d'autres milles Eſt ou Oueſt, qu'on regarde comme corrigés. On fait quadrer ces derniers avec la différence en latitude obſervée, pour trouver le rumb de vent corrigé & le chemin corrigé. Enfin on réduit ces mêmes milles Eſt ou Oueſt corrigés en degrés de différence en longitude, par le moyen parallele, & on en conclut la longitude d'arrivée corrigée.

613. EXEMPLE. On eſt parti de 40° 35' de latitude Nord & de 147° 12' de longitude Orientale. On a couru par eſtime 36 lieues ou 108 milles au NE$\frac{1}{4}$E, & ayant pris hauteur à la fin de cette route, on s'eſt trouvé par 41° 25' de latitude auſſi Nord. On demande le tout corrigé.

Latitude du départ N . .	40°	35'	Milles à l'E eſtimés .		89,8
Latitude d'arr. obſervée N .	41	25	Milles à l'E obſervés .		74,8
Différ. en lat. obſervée N .	0	50	Somme		164,6
Somme des latitudes . .	82	0	Milles à l'E corrigés .		82,3
Moyen parallele	41	0	Diff. en long. E corr.		109'
Rumb corr. le NE$\frac{1}{4}$E 2° 28' E.			ou	1°	49'
Milles de diſt. corrigés 96,3.			Longitude du départ E	147	12
			Longitude d'arr. corr. E	149	1

614. Les 108 milles de diſtance eſtimés, comptés ſur le NE$\frac{1}{4}$E, nous ont donné 89,8 milles Eſt eſtimés. En faiſant convenir la différence en latitude obſervée 0° 50' avec le rumb de vent le NE$\frac{1}{4}$E, nous avons trouvé les milles obſervés 74,8. Nous avons pris la moitié de la ſomme de ces deux nombres ; ce qui nous a donné les milles corrigés Eſt 82,3. Nous faiſons quadrer ces 82,3 milles avec la différence en latitude obſervée, & il nous vient le rumb corrigé & la diſtance corrigée. Enfin nous réduiſons les 82,3 milles Eſt corrigés par le moyen parallele, & il nous vient 109 milles ou 1° 49' pour notre différence en longitude corrigée.

Application des Corrections aux Regles compoſées.

615. Lorſque pluſieurs routes ont été réduites à une ſeule en ligne droite par la méthode expliquée dans le Chapitre précédent (589 & ſuiv.), il faut avoir recours à une des trois corrections, ſi la latitude qu'on obſerve après avoir couru

ces routes, ne s'accorde pas avec la latitude estimée que donne la regle composée. Ces sortes d'opérations reviennent presque chaque jour à la Mer, parce qu'on ne suit pas constamment le même rumb de vent, & qu'on est d'ailleurs toujours sujet à se tromper, ou dans l'estime du chemin, ou dans la détermination de la dérive, &c. Il ne s'agit, pour faire la regle composée avec correction, que de réunir ensemble les pratiques que nous venons d'expliquer; c'est ce que nous allons faire dans quelques exemples appliqués à chacune des trois corrections.

Premiere Correction de plusieurs Routes.

616. EXEMPLE. On est parti de 51 degrés de latitude Nord, & de 31° 50′ de longitude Occidentale; & après avoir couru par estime les routes que nous marquons ci-dessous, on a observé la latitude, & on l'a trouvée de 49° 36′ Nord. On demande le rumb de vent estimé en ligne droite, le chemin corrigé, & la longitude d'arrivée corrigée.

Routes.	Distances.	N.	S.	E.	O.
S $\frac{1}{4}$ S E 2° 45′ E	21 Milles.	. . . . .	20,4	5,1	. . . . .
S E $\frac{1}{4}$ S 1 45 S	33	. . . . .	28,0	17,5	. . . . .
S $\frac{1}{4}$ S O 2 45 S	19	. . . . .	18,8	. . . . .	2,8
S S O 3 30 O	10	. . . . .	9,0	. . . . .	4,4
		. . . . .	76,2	22,6	7,2
		. . . . .		7,2	. . . . .
Milles au S & à l'E		. . . . .	76,2	15,4	. . . . .

Rumb de vent en ligne droite estimé le S $\frac{1}{4}$ S E 0° 11′ E.
Distance en droite ligne estimée 77,7 milles.

Latitude du départ N .	51°	0′	Milles à l'E corrigés 17.		
Latit. d'ar. observée N .	49	36	Diff. en long. E corr. .	0°	26′,6
Diff. en lat. observée S .	1	24	Longitude du départ O .	31	50
Somme des latitudes .	100	36	Long. d'arrivée cor. O .	31	23,4
Moyen parallele . . .	50	18			

Rumb en ligne droite estimé le S $\frac{1}{4}$ S E 0° 11′ E.
Chemin en ligne droite corrigé 85,7 milles.

617. Les routes finglées ont donné 76,2 milles au Sud, & 15,4 milles à l'Eſt. On les a fait quadrer enſemble pour avoir le rumb de vent eſtimé en ligne droite le S$\frac{1}{4}$SE 0° 11'E, & 77,7 milles pour le chemin eſtimé en droite ligne.

L'obſervation de la latitude faite à la fin de ces routes nous met en état de corriger notre point. Il faut, en ſe conformant aux regles données ci-devant pour la premiere correction (605), conſerver le rumb de vent eſtimé en ligne droite le S$\frac{1}{4}$SE 0° 11'E. Faiſant enſuite convenir la différence en latitude obſervée 1° 24' avec ce rumb de vent, on trouvera 17 milles Eſt corrigés & 85,7 pour le chemin corrigé en droite ligne.

Seconde Correction de pluſieurs Routes.

618. EXEMPLE. Etant parti de 41° 9' de latitude Boréale & de 0° 10' de longitude Occidentale; on a finglé par eſtime ſur la Bouſſole les routes marquées ci-deſſous, la variation étant de 20 degrés NO, & la dérive de 12 degrés tribord; après quoi on a obſervé la hauteur du pole Nord de 41° 14'. On demande le rumb de vent & la diſtance corrigés, avec la longitude d'arrivée.

Routes.	Dérive.	Var.	Diſt.	Rumbs valus.	N.	S.	E.	O.
E	12° 0' Trib.	20° 0' N O.	31 M.	E$\frac{1}{4}$NE 3° 15'E	4,3	. .	30,7	. .
SE 4° E			18	SE$\frac{1}{4}$E 0 45 E	. .	9,8	15,1	. .
NE 4 N			20	NE$\frac{1}{4}$N 0 45 N	16,8	. .	10,9	. .
E 3 S			8	E 5 0 N	0,7	. .	8,0	. .
					21,8	9,8	64,7	. .
					9,8	. .		. .
Milles au N & à l'E					12,0	. .	64,7	. .

Rumb de vent en ligne droite estimé l'E $\frac{1}{4}$ N E 0° 45′ E.
Milles de distance en droite ligne estimés 65,8.

Latitude du départ N .	41°	9′	Milles à l'E estimés 64,7		
Latit. d'arr. observée N .	41	14	Differ. en longitude E .		86′
Diff. en lat. observée N .	0	5	ou	1°	26′
Somme des latitudes . .	82	23	Longit. du départ O .	0	10
Moyen parallele	41	11,5	Longitude d'arrivée E .	1	16

Rumb de vent en ligne droite corrigé l'E 4° 25′ N.
Milles de distance en droite ligne corrigés 64,9.

619. Après la réduction de nos routes, nous avons fa c quadrer la différence en latitude observée 5 minutes avec les milles Est estimés 64,7, ce qui nous a donné pour l rumb de vent en ligne droite corrigé l'E 4° 25′ N, & pour le chemin corrigé 64,9 milles.

Troisieme Correction de plusieurs Routes.

620. EXEMPLE. On est parti de 16° 51′ de latitude Sud & de 0° 12′ de longitude Orientale ; on a couru par estime les routes marquées ci-après, la variation de la Boussole étant de 10° 30′ NO & la dérive de 17 degrés du côté de bas-bord ; ces routes étant faites, on s'est trouvé en prenant hauteur par 16° 9′ de latitude aussi Sud. On demande le tout corrigé.

Routes.	Dér.	Var.	Dist.	Rumbs valus.	N.	S.	E.	O.
NE $\frac{1}{4}$ N . . .	17° 0′ bas-b.	10° 30′ N O.	22 M.	N $\frac{1}{4}$ N E 5° N	21,9	. .	2,4	. .
N.			24	N N O 5 O	21,3	. .	. .	11,1
N N O . . .			35	N O 5 O	22,5	. .	. .	26,8
O $\frac{1}{4}$ N O . .			22	O $\frac{1}{4}$ S O 5 S	. .	6,2	. .	21,1
S.			31	S S E 5 E	. .	27,5	14,3	. .
					65,7	33,7	16,7	59,0
					33,7	. .	. .	16,7
Milles au N & à l'O.					32,0	. .	. .	42,3

❀

Rumb de vent en ligne droite eſtimé le NO$\frac{1}{4}$O 3° 21′ N.
Milles de diſtance en droite ligne eſtimés 53.

Latitude du départ S . .	16°	51′	Milles à l'O eſtimés .	42,3	
Lat. d'arr. obſervée S . .	16	9	Milles à l'O obſervés .	55,5	
Diff. en lat. obſerv. N . .	0	42	Somme	97,8	
Somme des latitudes . .	33	0	Milles à l'O corrigés .	48,9	
Moyen parallele . . . . :	16	30	Diff. en long. O corr. .	0°	51′
Rumb en lig. dr. cor. le NO 4° 20′ O			Long. du départ E .	0	12
Milles de diſt. en droite lig. cor. 64,5			Long. d'arr. corr. O .	0	39

621. Les milles au Nord & les milles à l'Oueſt ſe ſont trouvés les plus forts, & ils nous ont donné le NO$\frac{1}{4}$O 3° 21′ N pour le rumb de vent en ligne droite eſtimé, & 53 milles de diſtance auſſi eſtimés. Nous avons enſuite fait convenir la différence en latitude obſervée 42 minutes avec ce même rumb de vent, ce qui nous a donné 55,5 pour les milles Oueſt obſervés. Nous les avons ajoutés avec les milles Oueſt eſtimés 42,3, & la moitié de la ſomme de ces deux nombres nous a donné les milles Oueſt corrigés 48,9. Enfin ayant fait quadrer ces 48,9 milles corrigés avec la différence en latitude obſervée, nous avons trouvé le rumb de vent & la diſtance corrigés en ligne droite.

CHAPITRE V.

Autre maniere de faire les Corrections.

622. APRÈS avoir eu égard aux principes que nous avons établis ci-devant ſur les corrections en général (594 & ſuiv.) : *s'il ſe trouve entre la latitude obſervée & la latitude eſtimée une différence plus grande que deux minutes, plus autant de minutes qu'il y a de vingtaines de lieues dans la longueur du chemin ; il faut alors corriger le rumb & la diſtance avant que de chercher la longitude du point d'arrivée.* En voici la méthode générale.

623. *On prendra une partie de la différence entre la latitude obſervée & la latitude eſtimée, qu'on ajoutera à la différence*

en latitude observée, si elle est plus petite que l'estimée, ou qu'on en retranchera si elle est plus grande, & on aura la différence en latitude observée, augmentée ou diminuée d'une partie de l'erreur en latitude, ce que nous appellerons dorénavant *différence en latitude observée corrigée.*

624. Si l'on a quelque présomption d'erreurs commises sur le rumb plutôt que sur la distance, la partie de la différence qu'on assignera pour faire la correction sera plus ou moins forte, selon le sens où ces erreurs auront contribué à augmenter ou à diminuer ce rumb; & si l'on a lieu de soupçonner la distance plutôt que le rumb, on ne changera que très-peu la différence en latitude observée, pourvu toutefois que la route ne soit pas trop voisine de la ligne Est & Ouest.

625. On voit par ce que nous venons de dire, qu'il n'est gueres possible d'indiquer la correction qu'il faut faire à la différence en latitude observée, puisque cela dépend des circonstances. Cependant pour conduire à-peu-près dans les cas où l'on n'a pas de raisons de soupçonner le rumb plutôt que la distance; voici à quoi on pourra s'en tenir par rapport aux différens rumbs de vent.

626. 1°. *Si le rumb de vent en ligne droite est entre le N N E & le N N O, ou entre le S S E & le S S O, on pourra assigner un ou deux dixiemes de l'erreur en latitude, selon que la route sera plus ou moins voisine du Nord ou du Sud : si cependant elle n'en étoit éloignée que de 5 ou 6 degrés, il faudroit s'en tenir au rumb de vent estimé, & pour lors le faire convenir avec la différence en latitude observée,* comme au second Problême (576) : ce qui donnera le chemin corrigé aussi-bien que la longitude.

627. 2°. *La route étant entre l'E N E & l'E S E, ou entre l'O N O & l'O S O, on pourra prendre 8 ou 9 dixiemes de l'erreur en latitude : si même cette route n'étoit éloignée de la ligne Est & Ouest que de 5 à 6 degrés, il faudroit alors s'en tenir au chemin estimé, que l'on feroit convenir avec la différence en latitude observée,* comme au troisieme Problême (580), ce qui corrigeroit le rumb & la longitude.

628. 3°. Enfin hors de ces deux cas, c'est-à-dire, *lorsque le rumb de vent est entre N N E & l'E N E; entre le S S E & l'E S E; entre le S S O & l'O S O; ou entre le N N O & l'O N O, on augmentera ou diminuera la différence en latitude observée de 3 ou 4 dixiemes de l'erreur en latitude.*

629. Ayant donc assigné à la différence en latitude observée telle partie de l'erreur en latitude qu'on juge convenable aux circonstances; on cherchera par le moyen qu'on va indiquer, la distance corrigée & le rumb corrigé, qui serviront ensuite

à trouver la longitude corrigée du point d'arrivée, conformément au Problême I (570).

630. Je cherche d'abord le chemin corrigé par le Quartier de réduction, en cette maniere. Je tends le fil sur le rumb de vent estimé : je compte ensuite sur le côté Nord & Sud la différence en latitude observée corrigée, & je conduis le parallele jusqu'au fil ; ce qui me donne depuis le centre jusqu'au point de rencontre la distance corrigée. Cette opération n'est autre chose que le second Problême.

631. Avec cette distance ainsi corrigée & la différence en latitude observée, on trouve le rumb de vent corrigé en faisant un troisieme Problême, c'est-à-dire, qu'il faut faire convenir la distance corrigée avec la différence en latitude observée.

632. On aura le chemin ou la distance corrigée avec plus de précision, par une des deux regles de proportion suivantes :

La différence en latitude estimée,
Est à la différence en latitude observée corrigée ;
Comme la distance estimée,
Est à la distance corrigée.

Ou

Le cosinus du rumb de vent estimé, compté depuis la ligne N & S,
Est à la différence en latitude observée corrigée ;
Comme le rayon,
Est au chemin corrigé.

633. Pour le rumb de vent corrigé, la meilleure maniere de le chercher est de le calculer par les Tables des sinus ; voici la proportion qu'il faut faire :

La différence en latitude observée corrigée,
Est à la différence en latitude observée ;
Comme le cosinus du rumb estimé, compté depuis la ligne N & S,
Est au cosinus du rumb corrigé, & compté depuis la même ligne.

On aura aussi le rumb de vent corrigé, en disant :

Le chemin corrigé, trouvé ci-dessus, N°. 632,
Est au rayon ;

Comme la différence en latitude observée,
Est au cosinus du rumb de vent corrigé.

634. Exemple. Etant parti de 40° 35′ de latitude Nord & de 147° 12′ de longitude Orientale; on a fait par estime 36 lieues ou 108 milles au NE$\frac{1}{4}$E; & ayant pris hauteur à la fin de cette route on s'est trouvé par 41° 25′ de latitude aussi Nord. On demande le point d'arrivée corrigé.

1°. *Trouver le point d'arrivée estimé.*

Milles au N estimés 60			Milles à l'E estimés 89,8		
ou diff. en lat. N estimée	1°	0′	Diff. en long. estimée E		119′,1
Latitude du départ N . .	40	35	ou	1°	59′,1
Latit. d'arr. estimée N .	41	35	Longitude du départ E	147	12
Somme des latitudes . .	82	10	Long. d'arr. estimée E	149	11,1
Moyen parallele . . .	41	5			

2°. *Trouver le point d'arrivée corrigé.*

Latitude du départ N .	40°	35′	. . . .	40°	35′
Latit. d'arr. observée N .	41	25	. . . .	41	25
Diff. en lat. observée N .	0	50	Somme des latitudes . .	82	0
Diff. en latit. estimée N .	1	0	Moyen parallele . . .	41	0
Erreur en latit. en plus .	0	10			
Erreur attribuée pour la cor.		4	Milles à l'E corr. 83,4		
Diff. en latit. observée .	0	50	Diff. en long. corr. E .		110′,5
Diff. en lat. observée cor.	0	54	ou	1°	50′,5
Milles de distance corr. 97,2			Longit. du départ E .	147	12
Rumb corrigé le N E $\frac{1}{4}$ E 2° 48′ E.			Long. d'arr. corr. E .	149	2,5

Explication.

635. Je cherche par le Problême I le point d'arrivée estimé; je trouve 1° 0′ de différence en latitude estimée. Je cherche ensuite la différence en latitude observée 0° 50′ que je retranche de l'estimée 1° 0′, & j'ai pour l'erreur en latitude 10 minutes, dont la différence estimée excede l'observée. Je remarque après cela que le rumb de vent N E$\frac{1}{4}$E est entre le N N E & l'E N E, ce qui m'indique (628) qu'il faut attribuer 3 ou 4 dixiemes de cette erreur pour faire la correction. J'assigne 4 dixiemes, parce que la route est plus voisine de l'Est que du Nord. J'ajoute donc 4 minutes à la différence en latitude observée 0° 50′, & j'ai 0° 54′ pour la différence en latitude observée corrigée.

(Si la différence estimée eût été plus foible que l'observée, il auroit fallu soustraire).

636. Pour trouver le chemin corrigé sur le Quartier de réduction, je tends le fil sur le rumb suivi NE¾E. Je compte ensuite sur le côté Nord & Sud la différence en latitude observée corrigée 54 minutes, & je mets une aiguille au point où le parallele coupe le fil, ce qui me donne 97,2 milles pour la distance corrigée. On trouve la même chose par une des deux regles de proportion du No. 632.

637. Pour corriger le rumb de vent sur le Quartier de réduction, je compte la différence en latitude observée 50 minutes sur le côté Nord & Sud, & je conduis le cercle qui passe par l'aiguille jusqu'à la rencontre du parallele observé : j'ai, par ce moyen, le rumb corrigé de 59° 3′, c'est-à-dire, le NE¼E 2° 48′ E, & les milles à l'Est corrigés se trouvent de 83,4. Il ne reste plus qu'à réduire, par le moyen parallele 41° 0′, les 83,4 milles en degrés de différence en longitude. En faisant l'opération à l'ordinaire, on trouve 1° 50′,5, & par conséquent 149° 2′,5 pour la longitude d'arrivée corrigée Est.

Application de cette Méthode aux Regles composées.

638. Après avoir réduit les routes en une seule, & avoir trouvé la distance en ligne droite (589 & suiv.); si la latitude observée différe de l'estimée de deux minutes plus autant de minutes qu'il y a de vingtaines de lieues dans la longueur du chemin (601 & 622), il ne s'agit que de faire l'application des principes que nous venons d'expliquer, pour corriger le chemin & le rumb de vent, qui serviront ensuite à trouver la longitude d'arrivée corrigée, comme on va le voir dans l'exemple suivant.

639. EXEMPLE. On est parti de 51° de latitude Septentrionale & de 31° 50′ de longitude Occidentale : on a singlé par estime 21 milles au SSE de la Boussole, 33 milles au SE 4° 30′ S, 19 milles au Sud & 10 milles au SSO 5° 0′ S, ayant 19° 30′ de variation NO & 28 degrés de dérive du côté de tribord ; ces routes étant faites on s'est trouvé, en prenant hauteur, par 49° 36′ de latitude Nord. On demande le point d'arrivée corrigé.

640. Nos routes singlées nous ont donné 76,2 milles au Sud, & 15,4 milles à l'Est que nous avons fait quadrer ensemble pour avoir le rumb de vent en ligne droite estimé le S¼SE 0°

6° 11′ E, & 77,7 milles de diſtance auſſi eſtimés. Comme la différence en latitude obſervée nous donne 1° 24′ dans le Sud, & que l'eſtimée ne donne que 1° 16′,2; il s'enſuit que l'erreur en latitude eſt de 7′,8. En aſſignant un dixieme de cette erreur pour faire la correction, nous avons 0′,8 qu'il faut retrancher de la différence en latitude obſervée, ce qui donne 1° 23′,2 pour la différence en latitude obſervée corrigée. En ſuivant les principes établis ci-devant (630 & ſuiv.) nous avons trouvé 84,9 milles pour le chemin corrigé en ligne droite, le rumb de vent corrigé le S$\frac{1}{4}$SE 2° 58′ S, & les milles à l'Eſt corrigés 12,2, qui, réduits par le moyen parallele, donnent 19′,1 pour la différence en longitude Eſt corrigée & par conſéquent 31° 30′,9 pour la longitude d'arrivée corrigée Oueſt.

Nous n'avons aſſigné dans cet exemple qu'un dixieme ſeulement de l'erreur en latitude pour faire la correction, ce qui a cependant occaſionné une différence de 3° 9′ ſur le rumb de vent : ſi on eût attribué les 2 dixiemes de cette erreur, il auroit changé de plus de 9 degrés, ce qui prouve ce que nous avons dit (626), que lorſque la route eſt voiſine de la ligne Nord & Sud, il ne faut point corriger le rumb de vent, & ſur-tout quand la différence en latitude eſtimée eſt moindre que l'obſervée.

Remarques ſur les Regles compoſées, & ſur la maniere de réduire les Routes, lorſqu'on a été pluſieurs jours ſans obſerver Hauteur.

641. La maniere de réduire les routes par la regle compoſée eſt ſuffiſamment exacte dans la pratique; mais on en fait quelquefois de très-mauvaiſes applications. La réduction des milles Eſt & Oueſt en degrés de longitude, eſt ſujette à quelque défaut, parce que le moyen parallele, n'eſt qu'une eſpece de milieu pris groſſiérement. Cependant cette opération, quoiqu'imparfaite, ne peut jetter dans aucune erreur ſenſible, pourvu qu'on ſoit attentif à réduire ſes routes de jour en jour, & qu'on ne les laiſſe pas s'accumuler; car alors il pourroit arriver que le moyen parallele ne convînt pas aſſez au plus grand nombre des routes, & que même il ne convînt à aucune.

642. Si en partant, par exemple, de 55 degrés de latitude Nord, on court pluſieurs jours au Nord, ou à des

rumbs de vent qui en different très-peu, en faisant plus de 200 lieues sur cette direction, ce qui porte le Navire par plus de 65 degrés de latitude Nord; & si ensuite présentant la proue tout-à-coup à l'Est, on y court 180 ou 200 lieues; l'usage de la regle composée seroit très-dangereux dans ce cas. Toutes les lieues Est & Ouest appartiendroient à la derniere route; elles auroient été faites sur le parallele de 65 degrés : cependant si on faisoit la regle composée ordinaire, on les réduiroit sur le parallele de 60 degrés, qui ne conviendroit qu'à la partie de la Navigation dans laquelle on n'auroit point de lieues à l'Est ou à l'Ouest.

643. Si on avoit fait réellement, dans la derniere route, 200 lieues à l'Est, elles donneroient, sur le parallele de 65 degrés, 23° 40′ de différence en longitude. Au lieu qu'en se conformant mal-à-propos au procédé ordinaire de la regle composée, on réduiroit ces 200 lieues sur le parallele de 60 degrés, & on ne trouveroit que 20 degrés de différence en longitude. Le défaut seroit de 3° 40′.

644. Les Pilotes évitent cette erreur dans la pratique, en réduisant leurs routes de 24 heures en 24 heures; le moyen parallele qu'ils emploient chaque jour, convient alors assez exactement à chaque partie de la route. Cependant ils retombent souvent dans la faute qu'ils avoient évitée. Il leur arrive trop ordinairement d'être plusieurs jours sans voir le Ciel : les nuages se dissipent au bout d'un certain tems; & les Pilotes, après avoir pris hauteur, cherchent dans leur Journal combien ils ont fait de milles au Nord ou au Sud, & de milles à l'Est ou à l'Ouest, depuis l'observation précédente de la latitude, & ils font quadrer ensuite ces milles les uns avec les autres pour avoir le rumb de vent estimé en droite ligne & le chemin aussi estimé en droite route. Cette pratique n'est pas sûre, par la raison qu'on vient de dire; & lorsque pour corriger son point, on a besoin du rumb de vent & du chemin en droite ligne, il faut les chercher par le quatrieme Problême, expliqué dans le second Chapitre (583, &c.) : car on connoît la latitude & la longitude du lieu où l'on étoit le dernier jour qu'on a pris hauteur; on connoît de plus, par la réduction journaliere des routes, la latitude & la longitude estimées du point où l'on est actuellement. On peut donc

chercher ſur le Quartier de réduction le rumb de vent eſtimé en ligne droite & le chemin auſſi en droite route, pour y faire enſuite les corrections néceſſaires pour le calcul de la longitude.

645. On trouvera après le cinquieme Livre, dans la conclusion de cet Ouvrage, l'Ordre que les Pilotes doivent mettre dans la réduction de leurs routes & dans la forme de leur Journal.

SECONDE SECTION.

Dans laquelle on explique la Réſolution des Routes de Navigation, ſoit en ſe ſervant de la Regle & du Compas, ſoit en employant ſeulement le Calcul.

CHAPITRE PREMIER.

De la Réſolution des Routes de Navigation par l'Echelle des Cordes ſimples.

646. Lorsqu'on réduit une route ſur le Quartier de réduction, on n'a pas réellement beſoin de toutes les lignes qui ſont tracées ſur cet inſtrument; on ne ſe ſert que de quelques-unes. Il eſt facile de tracer aſſez promptement celles-ci à part ſur une feuille de papier, par le moyen de l'échelle des cordes & de celle des parties égales.

647. On prendra la corde de 60 degrés ſur l'échelle des cordes, & on s'en ſervira de rayon pour décrire un quart de cercle ABC (Fig. 57). On tirera enſuite le rumb de vent CD, en faiſant l'arc AD égal au nombre de degrés dont ce rumb de vent eſt éloigné de la ligne Nord & Sud : il ne reſtera plus qu'à porter ſur la route la quantité de chemin CF qu'on a faite; on prendra ce chemin ſur une échelle de Fig. 57.

dixmes. Le point d'arrivée F étant trouvé, on abaiſſera ſur la ligne Nord & Sud CA la perpendiculaire FE, ou bien on tirera une parallele à la ligne Eſt & Oueſt CB. On aura par ce moyen CE pour différence en latitude, pendant que EF donnera les milles d'Eſt ou Oueſt.

648. Rien n'empêche, ſi on a fait pluſieurs routes, de les mettre les unes à la ſuite des autres, en tirant à la fin de chacune de nouvelles lignes Nord & Sud, & de nouvelles lignes Eſt & Oueſt. La figure tracée repréſentera le cours de la Navigation. On donnera de cette ſorte à la méthode de réſoudre les Problêmes de Navigation par l'échelle des cordes, un avantage que n'a pas le Quartier de réduction, dans lequel, toutes les routes partent continuellement du même point. On tirera ſur la figure ou ſur l'eſpece de Carte qu'on formera, une ligne droite depuis le point du départ juſqu'au point d'arrivée, & on aura le rumb de vent & les milles de diſtance en droite ligne.

649. Enfin il faudra réduire les milles d'Eſt ou d'Oueſt en degrés de différence en longitude. On cherchera le moyen parallele comme à l'ordinaire, & on tirera la ligne droite CH qui le repréſente. On fera FG parallele à la ligne Nord & Sud, & on aura CG pour différence en longitude. On ne peut ſe trouver arrêté dans cette opération par aucune difficulté, puiſqu'il ne s'agit préciſément que de ſe conformer à ce qu'on exécutoit ſur le Quartier de réduction.

CHAPITRE II.

Méthode de réſoudre les Routes de Navigation, en ſe ſervant des Tables des Logarithmes des Sinus & des Logarithmes des Nombres.

650. ON peut réſoudre les mêmes Problêmes avec plus d'exactitude, en n'employant que le calcul trigonométrique.

651. Les opérations qu'on fait avec la regle & le compas ſont ordinairement plus promptes; mais on eſt ſujet à s'y tromper dans les parties qui échappent à nos ſens, telles que ſont

les minutes de degrés, &c.; & ces erreurs s'accumulant, produisent quelquefois des résultats fort éloignés de la précision nécessaire. On peut au contraire porter l'exactitude aussi loin qu'on veut par les méthodes purement arithmétiques.

Solution du premier Problême de Navigation.

652. Pour peu qu'on fasse attention à la méthode générale de naviguer par latitude & par longitude, ou, ce qui revient au même, à celle de partager les milles d'une route parcourue en suivant un même rumb, en milles Nord & Sud, & en milles Est & Ouest, il sera aisé de comprendre qu'on peut regarder le point de départ comme le sommet C d'un triangle CEF (Fig. 57 & 58). La ligne Nord & Sud CE est la direction d'un côté; le chemin parcouru CF est la direction d'un autre côté; le rumb de vent qu'on a suivi est l'obliquité de la route à l'égard de la ligne Nord & Sud, & par conséquent mesure l'angle ECF formé au point de départ, entre la ligne Nord & Sud CE & la route parcourue CF : cette route parcourue étant d'un certain nombre de lieues ou de milles, est d'une longueur déterminée CF aboutissante à un point d'arrivée F. Par conséquent la longueur de la ligne CE exprimera le chemin parcouru Nord & Sud, & la longueur de EF exprimera le chemin parcouru Est & Ouest. Il est donc clair que *la route parcourue par un Navire, en suivant un même rumb, est l'hypoténuse d'un triangle rectangle, dont l'un des deux côtés est la ligne Nord & Sud, & l'autre la ligne Est & Ouest; dont l'angle au point de départ est mesuré par le rumb de vent, & l'angle au point d'arrivée est* (55) *le complément du même rumb.* Fig. 57 & 58.

653. Cela posé, étant donné le nombre de lieues ou de milles parcourus selon un rumb aussi connu, on a l'hypoténuse & les angles du triangle rectangle dont il s'agit de trouver la longueur des côtes : il n'y a pour cela qu'une regle de proportion fort aisée à faire pour chaque côté; ainsi pour trouver les milles Nord & Sud ou la différence en latitude, on fera cette analogie

Le rayon,
Est au nombre de milles parcourus;
Comme le cosinus du rumb de vent,
Est au nombre de milles Nord & Sud, c'est-à-dire,
à la différence en latitude exprimée en minutes.

654. On découvrira les milles Eſt & Oueſt en faiſant cette autre regle de Trois :

Le rayon,
Eſt au nombre de milles parcourus ;
Comme le ſinus du rumb de vent,
Eſt au nombre de milles Eſt & Oueſt.

Réduire les Milles Eſt & Oueſt en degrés de Longitude.

655. La différence en latitude étant trouvée, on cherchera la latitude d'arrivée & le moyen parallele comme à l'ordinaire ; on paſſera enſuite à la réduction des milles Eſt & Oueſt en degrés de longitude. Pour cela il faut faire cette proportion :

Le coſinus du moyen parallele,
Eſt aux milles Eſt & Oueſt ;
Comme le rayon,
Eſt à la différence en longitude exprimée en minutes.

656. Etant donnés les milles parcourus ſelon un rumb de vent, on peut, au moyen d'une ſeule regle de Trois compoſée des deux précédentes, trouver la différence en longitude par cette proportion :

Le coſinus du moyen parallele,
Eſt au nombre de milles parcourus ;
Comme le ſinus du rumb de vent,
Eſt au nombre de minutes de la différence en longitude.

Solution du ſecond Problême de Navigation.

Dans ce Problême on connoît la différence en latitude & le rumb de vent. On demande le chemin parcouru & la différence en longitude.

657. I°. On trouvera la longueur de la route parcourue par cette regle de proportion :

Le coſinus du rumb de vent,
Eſt au nombre de minutes de la différence en latitude ;

Comme le rayon,
Eſt au nombre de milles qui exprime la longueur du chemin.

658. II°. Pour avoir les milles Eſt & Oueſt, on fera une des deux analogies ſuivantes :

Le coſinus du rumb de vent,
Eſt au nombre de minutes de la différence en latitude ;
Comme le ſinus du rumb de vent,
Eſt aux milles Eſt & Oueſt.

Ou cette autre :

Le rayon,
Eſt à la tangente du rumb de vent ;
Comme le nombre de minutes de la différence en latitude,
Eſt aux milles Eſt & Oueſt.

659. III°. Ayant calculé le moyen parallele par les latitudes connues, on trouvera les minutes de la différence en longitude comme au Problême précédent (655) ; mais ſi on veut trouver la différence en longitude, ſans chercher les milles Eſt & Oueſt, on fera cette proportion :

Le coſinus du moyen parallele,
Eſt au nombre de minutes de la différence en latitude ;
Comme la tangente du rumb de vent,
Eſt au nombre de minutes de la différence en longitude.

Solution du troiſieme Problême.

On connoît dans ce Problême la différence en latitude & la longueur du chemin parcouru. On cherche le rumb de vent & la différence en longitude.

660. I°. On trouvera le rumb de vent qu'on a ſuivi par l'analogie ſuivante :

Le nombre de milles de la longueur du chemin,
Eſt au rayon ;
Comme le nombre de minutes de la différence en latitude,
Eſt au coſinus du rumb de vent.

661. II°. On aura les milles Eſt & Oueſt par l'analogie du premier Problême (654), ou par une de celles du ſecond Problême (658).

662. III°. Pour avoir la différence en longitude, on cherchera le moyen parallele comme à l'ordinaire, & on réduira les milles Eſt & Oueſt par la proportion du N°. 655. On s'épargnera la peine de chercher les milles Eſt & Oueſt en faiſant l'analogie du N°. 656.

Solution du quatrieme Problême.

Les différences en latitude & en longitude ſont données ; il faut chercher le rumb de vent & les milles de diſtance.

663. I°. Par le moyen des deux latitudes connues, on cherchera le moyen parallele, dont on ſe ſervira pour réduire la différence en longitude en milles Eſt & Oueſt, en diſant :

Le rayon,
Eſt au nombre de minutes de la différence en longitude ;
Comme le coſinus du moyen parallele,
Eſt aux milles Eſt & Oueſt.

664. II°. Pour trouver le rumb de vent, on fera cette proportion :

Le nombre de minutes de la différence en latitude,
Eſt aux milles Eſt & Oueſt ;
Comme le rayon,
Eſt à la tangente du rumb de vent.

665. III°. Enfin on aura le chemin par l'analogie du N°. 657 ; ou ſi l'angle du rumb de vent ſurpaſſe 45 degrés, on fera celle-ci :

Le ſinus du rumb de vent,
Eſt aux milles Eſt & Oueſt ;
Comme le rayon,
Eſt aux milles de diſtance.

666. On trouvera la même choſe en faiſant les deux regles de proportion ſuivantes :

I°. *Le nombre de minutes de la différence en latitude,*
Eſt au coſinus du moyen parallele;
Comme le nombre de minutes de la différence en longitude,
Eſt à la tangente du rumb de vent.

II°. *Le coſinus du rumb de vent,*
Eſt au nombre de minutes de la différence en latitude;
Comme le rayon,
Eſt aux milles de diſtance.

667. Si l'angle du rumb de vent ſurpaſſe 45 degrés, au lieu de faire l'analogie précédente, pour trouver le chemin, on fera la ſuivante :

Le ſinus du rumb de vent,
Eſt au nombre de minutes de la différence en longitude;
Comme le coſinus du moyen parallele,
Eſt aux milles de diſtance.

CHAPITRE III.

Méthode de réſoudre les Routes de Navigation par l'Echelle des Logarithmes, ou Regle de Gunter, *nommée vulgairement Echelle Angloiſe.*

Les analogies ou proportions que nous venons d'employer ſervent auſſi lorſqu'on veut réſoudre les Problêmes de Navigation par l'échelle des logarithmes.

668. L'échelle Angloiſe eſt ordinairement un aſſemblage de trois échelles tracées ſur une regle de buis; on les fait exactement de même longueur, & on les rend paralleles. La premiere exprime par ſes diviſions les logarithmes des nombres abſolus; c'eſt ſur cette échelle qu'on prend le nombre des lieues de diſtance ou des milles de la marche du Navire, & toutes les autres meſures dont on ſe ſert pour déterminer la longueur des côtés des triangles rectilignes. La ſeconde eſt formée des logarithmes ſinus, de degré en degré juſqu'à 90; & la troiſieme

échelle contient les logarithmes tangentes jufqu'à 45 degrés. On ne prolonge pas celle-ci plus loin, afin qu'elle foit de même longueur que celle des finus ; & quant à la premiere ou celle des nombres abfolus, on fe contente de la marquer jufqu'à 100.

Ufage de l'Echelle Angloife.

669. Lorfqu'on fe fert des logarithmes pour faire une regle de proportion, on met précifément la même différence entre les logarithmes des deux derniers termes, qu'entre les logarithmes des deux premiers. Il faut faire la même chofe lorfqu'on travaille fur l'échelle Angloife, & l'opération eft extrêmement aifée. On ouvre un compas commun depuis le premier terme jufqu'au fecond, on le porte enfuite fur le troifieme terme, & l'autre pointe du compas marque le quatrieme terme. Il faut feulement avoir foin, dans l'ufage de l'échelle des tangentes, que les tangentes dont on fe fert appartiennent à des angles moindres que 45 degrés.

670. Suppofons, par exemple, qu'on ait couru 81 milles au N E$\frac{1}{4}$N. Pour trouver les milles Nord & Sud, nous aurons par la premiere analogie du Chapitre précédent (653) :

Le rayon,
Eft au nombre de milles parcourus ;
Comme le cofinus du rumb de vent,
Eft au nombre de milles Nord & Sud.

671. Je mets donc en même-tems une des pointes du compas fur le rayon ou fur 90 degrés pris fur l'échelle des logarithmes finus, & l'autre pointe fur 81 milles comptés fur l'échelle des nombres. Le compas fe trouvera avoir une fituation oblique dans cette premiere partie de l'opération ; mais il n'en réfultera aucun inconvénient, parce que l'obliquité fera la même dans le refte. Sans changer l'ouverture du compas, je porte fa premiere pointe fur 56° 15′ complément du rumb de vent, & l'autre me marque fur les nombres 67 milles $\frac{1}{5}$ Nord.

672. Les milles Eft & Oueft ne font pas plus difficiles à trouver ; il fuffit de tranfporter le compas ainfi ouvert fur le rumb de vent 33° 45′, & on trouve fur les nombres 45 milles Eft.

Cette opération eft fondée fur la feconde analogie indiquée dans le premier Probléme du Chapitre précédent (654).

673. Les échelles les plus commodes font les échelles doubles ; on peut s'en fervir fans compas. On trace l'échelle des nombres fur une regle, qu'on fait gliffer dans une couliffe entre deux

autres regles, ſur leſquelles ſont gravées les échelles des logarithmes ſinus & des logarithmes tangentes. On retire enſuite ſimplement ou on avance la regle des nombres, qui eſt celle du milieu, en faiſant répondre les milles de diſtance au rayon, & on trouve les milles Eſt & Oueſt vis-à-vis de l'angle du rumb de vent pris ſur les ſinus, pendant que les milles de différence en latitude ſe trouvent vis-à-vis du complément du rumb de vent.

CHAPITRE IV.

De la Navigation par la Loxodromie.

674. Les méthodes précédentes de naviguer ſont ſuffiſamment exactes dans la pratique, pourvu qu'on ait ſoin, comme nous en avons expreſſément averti, de réduire ſes routes chaque jour, & qu'on ne faſſe jamais ces prétendues réductions générales, auxquelles on a quelquefois recours, faute de connoître toute la limitation des regles ordinaires. Lorſque les routes ſont très-courtes, ou, pour parler plus exactement, lorſque le changement en latitude eſt médiocre, quoique la route puiſſe être très-longue, la ſuppoſition qu'on fait que les milles Eſt & Oueſt ont été courus ſur un parallele qui tient préciſément le milieu entre les deux latitudes, n'eſt ſujette à aucune erreur ſenſible. Mais ſi la différence en latitude eſt fort grande, & qu'on ait en même tems beaucoup de milles Eſt & Oueſt à réduire, le défaut du moyen parallele peut devenir conſidérable. Ainſi pour perfectionner l'art, & avoir un terme de comparaiſon auquel on puiſſe recourir dans les rencontres extraordinaires, on a beſoin de quelqu'autre méthode plus exacte.

675. L'unique expédient qui ſe préſente pour éviter le défaut du moyen parallele, conſiſte à partager la route en de très-petites portions, & à en faire la réduction ſéparément. On peut rendre les parties plus ou moins petites; mais il eſt certain que ſi on a couru au NE, par exemple, & que l'on conſidere à part chaque portion de la route qui répond à une minute de différence en latitude, on pourra traiter à tous égards le petit triangle loxodromique, comme parfaitement rectiligne. On n'aura auſſi aucune erreur à craindre de la part du moyen parallele, puiſqu'il ſeroit même indifférent de faire

alors la réduction pour la longitude ſur le parallele de la latitude du départ, ou ſur celui de la latitude d'arrivée de la petite portion de route. Cette méthode eſt extrêmement longue, mais on peut l'abréger en calculant une fois pour toutes, les différences en longitude pour une ſeule loxodromie, pour le N E, par exemple; & ſi on en compoſe une Table, on la fera ſervir pour tous les autres rumbs de vent, en faiſant cette proportion :

La tangente de 45 degrés, ou le rayon,
Eſt à la différence en longitude que fournit la Table pour le NE ;
Comme la tangente de l'obliquité de tout autre rumb de vent,
Eſt à la différence en longitude requiſe.

676. La Table inſérée à la fin de cet Ouvrage, page 27, a été calculée pour cet effet. Elle porte le nom de *Table des latitudes croiſſantes*, parce qu'elle marque en même-tems les accroiſſemens qu'on doit donner aux degrés du Méridien dans les Cartes réduites, comme on l'a vu dans le troiſieme Livre, N°. 516 & ſuiv. On peut donc, au moyen de cette Table, ſe propoſer deux choſes : 1°. de découvrir les différences en longitude exprimées en minutes pour le N E : 2°. de trouver l'extenſion qu'il faut donner aux parties du Méridien dans les Cartes marines. Ainſi, auſſi-tôt qu'on veut repréſenter les rumbs de vent par des lignes droites ſur les Cartes, il faut donner aux parties du Méridien des longueurs exactement égales aux changemens de longitude produits par le N E.

Réſolution des Problêmes de Navigation par la Table des Latitudes croiſſantes.

677. S'il s'agit de réſoudre le premier Problême, où étant donnés le point du départ, le rumb de vent & le chemin, on demande le point d'arrivée. On cherchera la différence en latitude comme par les logarithmes ſinus (653). A l'égard des autres Problêmes, on fera toujours enſorte d'avoir le rumb de vent & les latitudes du départ & de l'arrivée; & on aura enſuite recours aux latitudes croiſſantes pour trouver la différence en longitude. On verra dans la Table les parties croiſſantes qui répondent aux deux latitudes; on ſouſtraira les unes des autres, ſi les deux latitudes ſont de même dénomination ; mais on les ajoutera enſemble, ſi le point du départ & le

point d'arrivée sont de différens côtés de l'Equateur. On aura de cette sorte la différence en longitude exprimée en minutes pour la route du NE, qui conduiroit d'une latitude à l'autre. Enfin il ne restera plus que cette proportion à faire :

Le rayon, ou la tangente de 45 degrés,
Est à la différence en latitude en parties croissantes, ou à la différence en longitude pour le NE;
Comme la tangente du rumb de vent sur lequel on a réellement couru,
Est à la différence en longitude cherchée.

678. EXEMPLE I. On est parti des environs de la Martinique par 14° 40′ de latitude Nord & 318 degrés de longitude comptée de l'Isle-de-Fer; on a couru 990 lieues ou 2970 milles au NE¼E. On demande la latitude & la longitude d'arrivée.

Je trouve d'abord la différence en latitude par les méthodes ordinaires (653). Il me vient 1650 milles Nord, qui valent 27° 30′. Ainsi la latitude d'arrivée est de 42° 10′ Nord. Je cherche ensuite dans la Table des latitudes croissantes les parties qui répondent à la latitude du départ & à celle de l'arrivée. Je trouve 890 & 2795, dont la différence est de 1905; ce nombre marqueroit donc la différence en longitude, si on avoit couru au NE. La différence en longitude actuelle sera plus grande, parce qu'on a couru au NE¼E : on la trouvera par cette analogie :

Le rayon, ou la tangente de 45 degrés,
Est à la différence en longitude qui conviendroit au NE 1905;
Comme la tangente de 56° 15′,
Est à la différence en longitude actuelle 2851 minutes.

C'est-à-dire, qu'elle est de 47° 31′, & on sera donc arrivé par 5° 31′ de longitude.

679. Si on résolvoit ce Problême par la méthode ordinaire, en se servant du moyen parallele, on auroit 46° 48′ de différence en longitude; de sorte qu'on tomberoit dans une erreur de 43 minutes en défaut sur la longitude.

EXEMPLE II, *relatif au quatrieme Problême.*

680. On demande combien il y a de chemin, en suivant

toujours le même rumb de vent, depuis l'Isle-de-Fer jusqu'aux Antipodes de cette Isle.

L'Isle-de-Fer est par 27° 47′ de latitude Nord, & nous la supposons par o degré de longitude. On veut donc déterminer le chemin qu'il faut faire pour se rendre par 27° 47′ de latitude Sud & 180 degrés de longitude.

681. Les parties croissantes qui répondent à 27° 47′ sont 1737, & c'est le même nombre pour l'autre latitude; nous les ajoutons, parce que les latitudes sont de différentes dénominations, & nous avons 3474 parties croissantes de différence en latitude, ou 3474 minutes de différence en longitude pour le SE, ou pour la route dont l'obliquité seroit de 45 degrés, au lieu que notre différence en longitude actuelle est de 180 degrés ou de 10800 minutes. Il nous faut donc faire la proportion suivante pour trouver l'angle du rumb de vent :

La différence en longitude pour le S E 3474 *minutes*,
Est au rayon, ou à la tangente de 45 *degrés ;*
Comme la différence en longitude actuelle 10800 *minutes*,
Est à la tangente du rumb de vent.

On le trouve de 72° 10′; c'est-à-dire, qu'en partant de l'Isle-de-Fer, il n'y a qu'à suivre l'ESE 4° 40′ E, ou l'OSO 4° 40′ O, & on se rendra au point de la Terre qui est diamétralement opposé à cette Isle. Les deux routes y conduisent également, parce que la différence en longitude est la même par un côté que par l'autre.

682. La somme des latitudes est donnée; elle est de 55° 34′ valeur de 3334 milles ou de 1111 lieues $\frac{1}{3}$ Sud. Le complément du rumb de vent est de 17° 50′; & si on cherche les lieues de distance, on en trouvera presque 3629. Le chemin seroit un peu plus court, si au lieu de se conduire sur une loxodromie ou rumb de vent, on alloit comme en ligne droite, en suivant toujours exactement la même direction. On décriroit le demi-cercle, & le chemin seroit de 3600 lieues, moitié de la circonférence de la Terre : mais on voit combien la différence est peu considérable, malgré l'extrême longueur de la route.

Il est à remarquer que les latitudes croissantes ne sont d'aucun usage pour la solution de tous les Problêmes précédens, lorsque la route a été faite précisément à l'Est ou à l'Ouest. Il faut alors se servir simplement des Tables des sinus, & réduire les milles Est & Ouest en degrés de longitude, en y employant la latitude du départ. Il vaudroit même mieux se servir du moyen parallele, si la différence en latitude étoit extrêmement

petite, quoique la quantité dont on a avancé vers l'Eſt ou vers l'Oueſt fût fort grande. Dans ce cas les méthodes ordinaires feroient exactes, comme nous avons déjà eu occaſion d'en avertir (674).

Réſolution des Problêmes de Navigation par la Loxodromie, ſans faire uſage des Tables des Latitudes croiſſantes.

Solution du premier Problême.

683. *Dans ce Problême on connoît le rumb de vent & le chemin. On demande les différences en latitude & en longitude.*

684. 1°. On cherchera la différence en latitude par l'analogie du N°. 653; ce qui déterminera la latitude d'arrivée.

685. 2°. Pour trouver la différence en longitude, on cherchera d'abord la différence des tangentes logarithmes des moitiés des complémens des latitudes (1), puis on fera cette regle de proportion :

> *La tangente de* 51° 38′ 9″ (dont le logarithme eſt 10.101510),
> *Eſt à la tangente du rumb de vent ;*
> *Comme la différence des tangentes logarithmes des moitiés des complémens des latitudes* (laiſſant comme décimales les deux dernieres figures, lorſque le caractériſtique des Tables qu'on emploie eſt ſuivie de 6 chiffres),
> *Eſt à la différence en longitude cherchée, exprimée en minutes.*

686. Exemple. Etant parti de 14° 40′ de latitude Nord & de 62 degrés de longitude Occidentale; on a couru 990 lieues ou 2970 milles au N E¼E. On demande la latitude & la longitude d'arrivée.

687. On trouvera par la proportion du N°. 653 la différence en latitude de 1650 minutes ou de 27° 30′. Ainſi la latitude du départ étant de 14° 40′, celle d'arrivée ſera de 42° 10′.

688. Les complémens des latitudes feront donc 75° 20′ & 47° 50′, ce qui donne pour les demi-complémens 37° 40′ & 23° 55′. La différence de leurs tangentes logarithmes ſera de

(1) On entend ici par complément des latitudes, la diſtance de chaque lieu à un même Pole, de ſorte que ſi les deux latitudes n'étoient pas de même dénomination, il faudroit ajouter 90 degrés à l'une des deux pour avoir ſa diſtance au même Pole.

240713 ou de 2407,13 (en laissant comme décimales les deux dernieres figures). Enfin la différence en longitude se trouvera de 2852 minutes, ou de 47° 32', & la longitude d'arrivée de 14° 28'.

Solution du second Problême.

689. *On connoît dans ce Problême la différence en latitude & le rumb de vent, & l'on demande le chemin & la différence en longitude.*

690. On aura le chemin par l'analogie du N°. 657, & la différence en longitude comme au Problême précédent.

Solution du troisieme Problême.

691. *Etant donné la différence en latitude & la longueur du chemin, il s'agit de trouver le rumb de vent & la différence en longitude.*

692. On cherchera le rumb de vent par la proportion du N°. 660, & la différence en longitude comme ci-devant N°. 685.

Solution du quatrieme Problême.

693. *On connoît dans celui-ci les différences en latitude & en longitude : on demande le rumb de vent & le chemin.*

694. 1°. On cherchera le rumb de vent par l'analogie suivante :

La différence des tang. log. des moitiés des complémens des latitudes,
Est à la différence en longitude ;
Comme la tangente de 51° 38' 9",
Est à la tangente du rumb de vent.

695. 2°. Pour trouver le chemin, on fera la proportion du N°. 657.



LIVRE



LIVRE CINQUIEME.

De la Détermination de la Longitude en Mer, par la mesure des Distances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles.

CHAPITRE PREMIER.

Instructions générales sur cette Détermination.

696. LA différence de l'heure que l'on compte, au même instant, sous chaque Méridien, réduite en degrés, à raison de 15 degrés par heure, est égale (comme on l'a vu N°. 162, &c.) à la différence des Méridiens. On connoîtra donc toujours la longitude d'un lieu, quand on saura l'heure qu'il est dans ce lieu, & celle que l'on compte, au même instant, sous un Méridien connu. (Voyez ci-devant N°. 337 & suiv.)

697. De tous les moyens astronomiques propres à déterminer la longitude en Mer, la mesure des distances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles est celui dont on peut faire l'usage le plus fréquent. On connoît le mouvement de cette Planete assez exactement pour pouvoir, sous un Méridien connu, prédire à 2 minutes près, l'heure à laquelle elle sera à telle distance du Soleil ou d'une Etoile.

698. Si on détermine donc à la Mer la vraie distance (1) à

(1) On entend par *distance vraie*, l'arc de grand cercle compris entre les deux Astres observés, & qui sert par conséquent de mesure à

laquelle la Lune se trouve du Soleil ou d'une Etoile, que l'on connoisse l'heure qu'il est au moment où l'on a observé cette distance, & qu'on sache en même-tems l'heure à laquelle elle a dû avoir lieu sous un Méridien connu : on a tout ce qu'il faut pour déterminer la longitude du lieu de l'observation.

699. On trouve dans les deux premiers Problêmes des Questions astronomiques de ces Principes (351 & suiv.), la méthode d'observer l'heure à la Mer, & on verra qu'il est aisé de connoître (au moyen des distances calculées pour Paris, contenues dans les quatre dernieres pages de chaque mois de la Connoissance des Tems), l'heure à laquelle une distance de la Lune au Soleil ou à une Etoile observée sous un Méridien quelconque, a dû avoir lieu sous le Méridien de Paris. Il n'est pas, à la vérité, aussi facile de déduire de l'observation la vraie distance à laquelle la Lune se trouve du Soleil ou d'une Etoile; on peut cependant assurer qu'en suivant la méthode dont on trouvera ici l'explication, cette opération n'est ni difficile, ni bien longue. Quant à la précision qu'on doit attendre dans la détermination de la longitude par la mesure des distances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles, elle dépend, comme on voit, de l'exactitude avec laquelle on peut déterminer l'heure à bord d'un Vaisseau, de l'erreur des Tables de la Lune & de celle qu'on peut commettre sur la mesure de la distance.

700. On ne doit compter qu'à 20″ près sur la détermination de l'heure à la Mer. L'erreur des Tables peut quelquefois en produire une d'une minute sur les distances calculées, & quelque bon que soit l'Octant avec lequel on observera, il est possible de se tromper de $2'\frac{1}{2}$ sur la mesure de la distance : en sorte que si l'on suppose qu'on a observé dans le tems où le mouvement de la Lune est le plus lent, & que toutes les erreurs aient été dans le même sens, on pourra se tromper de $2°\,7'$ sur la longitude, avec quelque soin d'ailleurs que l'observation ait été faite. Il est presque certain que cela n'arrivera jamais, & que le plus généralement on obtiendra la longitude à un degré près. Or c'est certainement beaucoup que d'être assuré de sa longitude sur Mer dans cette limite, car l'erreur de l'estime ordinaire s'accumule quelquefois jusqu'à 7 ou 8 degrés, & peut-être même au-delà. On parviendra encore à resserrer cette limite toutes les fois qu'on multipliera les observations, & qu'on prendra un résultat moyen entre les résultats donnés par chacune.

701. Quoique le mouvement de la Lune aux Etoiles soit plus

l'angle dont le sommet seroit au centre de la Terre, & dont les côtés prolongés passeroient par le centre des Astres observés. Les distances calculées dans les Tables sont les distances vraies.

ſenſible que celui de la Lune au Soleil, l'expérience fondée ſur le témoignage de pluſieurs Navigateurs éclairés, enſeigne cependant que les diſtances de la Lune au Soleil donnent une plus grande exactitude que les diſtances de la Lune aux Etoiles; parce que le contact des deux diſques s'obſerve avec beaucoup de préciſion; qu'on détermine l'heure plus exactement par la hauteur du Soleil que par celle des Etoiles, & qu'on a plus exactement auſſi les hauteurs de ces Aſtres au moment de l'obſervation : élémens néceſſaires lorſque l'on emploie la méthode qui ſera expliquée ci-après.

702. Les diſtances de la Lune aux Etoiles offrent pourtant un avantage qu'on ne trouve point dans les diſtances de la Lune au Soleil, c'eſt de pouvoir obſerver, preſque dans le même inſtant, la diſtance de la Lune à une Etoile Orientale & à une Etoile Occidentale. En prenant une longitude moyenne entre celles qu'on déduira de chaque obſervation, on aura une détermination beaucoup plus exacte, parce qu'il y aura des erreurs qui ſe compenſeront néceſſairement. Lors donc qu'on ne pourra pas obſerver de diſtance de la Lune au Soleil, on tâchera d'en obſerver deux aux Etoiles, comme il vient d'être dit.

703. Si on emploie les diſtances de la Lune au Soleil; plus la hauteur de la Lune & la diſtance des deux Aſtres ſeront grandes, le Soleil étant aux environs du premier vertical, plus on aura de préciſion dans la détermination de la longitude. On en obtiendra d'autant plus, ſi c'eſt une diſtance de la Lune à une Etoile, que les hauteurs & les diſtances des deux Aſtres ſeront plus grandes. Il eſt inutile que l'Etoile dont on meſure la diſtance ſoit aux environs du premier vertical, parce qu'on peut en choiſir une autre pour la détermination de l'heure.

704. Soit qu'on obſerve une diſtance de la Lune au Soleil ou à une Etoile, il faut que les Aſtres ſoient élevés au moins de dix degrés, à cauſe de l'irrégularité des réfractions ve l'Horiſon.

CHAPITRE II.

De la Maniere de faire les Obſervations.

705. Après ces réflexions préliminaires ſur la détermination de la longitude par la meſure des diſtances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles, il convient d'expliquer le

procédé qu'on doit suivre pour parvenir à cette détermination.

706. 1°. On cherchera dans la Table des distances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles, une distance qui convienne au jour où l'on sera, & dont l'observation soit possible sur l'Horison du Vaisseau.

707. Si c'est une distance de la Lune à une Etoile, on observera la distance de l'Etoile au bord éclairé de la Lune, soit que ce bord soit au-delà ou en-deçà du centre de la Lune par rapport à l'Etoile.

708. Pour mesurer cette distance, si c'est un Octant qu'on emploie, on pointera la lunette à l'Etoile; & conservant celle-ci dans le champ de la lunette, on tournera l'Octant jusqu'à ce que son plan passe par la Lune. On balancera l'Octant, & on fera mouvoir l'alidade jusqu'à ce que l'Etoile, vue à travers la partie non étamée du petit miroir, paroisse toucher, sans la couper, l'image du bord éclairé de la Lune vue sur la partie étamée.

709. Il faut bien remarquer que selon que l'Etoile est à l'Orient ou à l'Occident de la Lune, ou selon que l'on est dans la partie Nord ou la partie Sud de la Terre, il faut, pour observer l'Etoile & la Lune dans le même champ de la lunette, que le Quartier soit tourné de sorte que sa face antérieure, où sont gravées les divisions, regarde tantôt le Ciel & tantôt la Mer. Par exemple, dans la construction ordinaire de l'Octant, & dans la partie Nord de la Terre en dehors du Tropique, la face antérieure du Quartier doit regarder le Ciel lorsque l'Etoile est à l'Orient de la Lune; elle doit être renversée & regarder la Mer lorsque l'Etoile est à l'Occident. Cette seconde position paroît d'abord plus incommode dans la pratique; mais on s'y fait avec un peu d'usage.

Si c'est une distance de la Lune au Soleil, on pointera la lunette à la Lune pour la voir au travers la partie non étamée du petit miroir, & on prendra la distance des bords les plus proches de ces deux Astres.

710. 2°. Un autre Observateur prendra en même-tems la hauteur de l'Etoile ou du bord inférieur du Soleil, & un troisieme prendra dans le même tems aussi la hauteur d'un des bords de la Lune. Le plus exercé des trois doit s'occuper de la distance, avec le meilleur instrument.

711. 3°. On doit être muni d'une bonne montre à secondes, s'il est possible (1), & dont on reconnoîtra l'état peu de tems

(1) Une montre à secondes n'est pas absolument nécessaire, & on peut se servir d'une montre ordinaire, sans craindre une grande erreur, en estimant à la vue la fraction de minute à laquelle répond la grande

avant ou peu de tems après l'obſervation, par les moyens expliqués ci-devant (351 & ſuiv.); quelqu'un marquera avec ſoin l'heure, la minute & la ſeconde qu'indiquera cette montre au moment où celui qui meſure la diſtance, avertira qu'il eſt content de ſon obſervation. Si on n'a pas réglé la montre au même inſtant, ou preſque au même inſtant qu'on a meſuré la diſtance, il faudra eſtimer le chemin du Navire en longitude entre ces deux inſtans; on le réduira en tems, & on corrigera l'heure trouvée d'après cette réduction. Mais ſi on ne tient pas compte du chemin du Vaiſſeau, alors la longitude trouvée, par la méthode expliquée ci-après, ſera celle du Navire au moment où la hauteur du Soleil a été priſe pour trouver l'heure (714 & 735).

712. 4°. Ce qui précede ſuppoſe trois Obſervateurs, & c'eſt même le mieux; mais il arrive aſſez ſouvent qu'il n'y en a qu'un. Dans ce cas les hauteurs des Aſtres ne peuvent pas être priſes au même inſtant qu'on meſure la diſtance : alors l'Obſervateur doit être fourni d'une bonne montre à ſecondes, s'il ſe peut, pour marquer les inſtans de toutes les obſervations qu'il fera. Il obſervera d'abord 3 ou 4 hauteurs de la Lune, puis 4 ou 5 hauteurs du Soleil ou de l'Etoile, enſuite 5 ou 6 diſtances de la Lune au Soleil ou à l'Etoile; de plus, 4 ou 5 nouvelles hauteurs du Soleil ou de l'Etoile; enfin 3 ou 4 hauteurs de la Lune : le tout formera cinq ſuites d'obſervations. On fera attention que le tems entre la premiere & la derniere obſervation de la hauteur n'excede pas 25 minutes, & il faut même s'attacher à le rendre le plus court poſſible.

713. On prendra pour chaque ſuite une hauteur & une diſtance moyenne, en diviſant la ſomme de chaque ſuite par le nombre des obſervations, & pareillement une heure mitoyenne entre celles qui auront été marquées par la montre. Ainſi le tout ſe réduira à deux hauteurs de la Lune, deux du Soleil ou de l'Etoile & une diſtance de la Lune au Soleil ou à l'Etoile.

Des deux hauteurs de la Lune, on conclura, proportionnellement aux tems, la hauteur qu'elle devoit avoir à l'inſtant de l'obſervation moyenne des diſtances : on fera la même opération par rapport aux hauteurs du Soleil ou de l'Etoile. En voici le procédé :

On prendra, ſéparément pour chacun de ces Aſtres, la différence des deux hauteurs du même Aſtre & celle des deux

aiguille au moment de l'obſervation. Pour peu qu'on y ſoit habitué, on ne ſe trompera jamais plus de 8 ſecondes dans cette eſtime.

On peut même ſe paſſer tout-à-fait de montre lorſqu'il y a trois Obſervateurs, parce que l'on conclura l'heure de l'obſervation, au moyen de la hauteur du Soleil ou de l'Etoile.

inſtans correſpondans. On prendra auſſi la différence entre l'heure de la premiere hauteur & l'heure moyenne des diſtances, puis on fera cette proportion pour chaque Aſtre :

Le tems écoulé entre les deux obſervations de hauteur du même Aſtre,
Eſt à la différence de ces deux mêmes hauteurs ;
Comme le tems écoulé entre l'obſervation de la premiere hauteur & l'heure moyenne des diſtances,
Eſt à un quatrieme terme. Qu'il faut ajouter à la premiere hauteur, ſi elle eſt plus petite que la ſeconde, & qu'il en faut ſouſtraire ſi elle eſt plus grande.

714. Enfin, ſi la montre n'eſt pas réglée, on ſe ſervira des hauteurs du Soleil ou de l'Etoile pour conclure l'heure vraie du Navire, & par conſéquent l'état actuel & la marche de la montre dont on s'eſt ſervi. Mais ſi ces hauteurs n'étoient point exactes, ou qu'elles fuſſent priſes trop près du Méridien, on en prendroit quelque tems après de nouvelles pour avoir l'heure avec plus de préciſion ; & la longitude trouvée, comme on va le dire, ſera celle du Vaiſſeau pour ce dernier inſtant (711 & 735).

CHAPITRE III.

De la Maniere de Calculer les Obſervations.

715. Les obſervations étant faites comme nous venons de le dire, on procédera au calcul de la détermination de la longitude par les préceptes ſuivans.

716. 1°. On réduira les obſervations des diſtances & celles des hauteurs, à une ſeule diſtance & à une ſeule hauteur de chaque Aſtre.

717. 2°. Au moyen de la longitude eſtimée du Vaiſſeau, on réduira l'heure de l'obſervation moyenne des diſtances, au Méridien de Paris.

718. 3°. On cherchera, dans la *Connoiſſance des Tems*, pour cette heure ainſi réduite à Paris, la parallaxe horiſontale de la Lune, ſon demi-diametre horiſontal & celui du Soleil.

Quant à la parallaxe & au diametre de la Lune, qui varient continuellement, on cherchera par des parties proportionnelles

la parallaxe & le demi-diametre horifontal de cette Planete pour le tems de l'obfervation réduit à Paris.

719. Il eft à remarquer que le demi-diametre horifontal de la Lune que l'on vient de trouver, n'eft pas celui qu'il faut employer dans le calcul des obfervations; il doit être augmenté d'une quantité trouvée dans la Table I, page 238, vis-à-vis de la hauteur apparente du bord obfervé; ce qui donnera le demi-diametre apparent de cette Planete, ou fon demi-diametre en hauteur.

720. Au défaut de cette Table, on obtiendra cette augmentation de la maniere fuivante.

Ajoutez au logarithme du demi-diametre horifontal de la Lune, réduit en fecondes, le finus logarithme de fa parallaxe horifontale & le finus logarithme de la hauteur apparente de fon bord obfervé; la fomme fera le logarithme du nombre de fecondes de la correction cherchée.

721. 4°. On corrigera les hauteurs des Aftres de l'erreur de l'inftrument & de l'inclinaifon de l'Horifon de la Mer, Table II, page 239.

722. 5°. On réduira au centre les hauteurs, tant du Soleil que de la Lune, en ajoutant leurs demi-diametres apparens à la hauteur de leurs bords inférieurs, ou en les retranchant de la hauteur de leurs bords fupérieurs.

723. 6°. On fouftraira les hauteurs apparentes des centres de 90 degrés, pour avoir les diftances apparentes au zénit.

724. 7°. On réduira les diftances apparentes au zénit, aux diftances vraies en cette maniere.

725. Pour le Soleil, on cherchera dans la Table III, des réfractions aftronomiques, page 239 & fuiv., celle qui convient à la hauteur apparente de fon centre, & on en retranchera la parallaxe de hauteur trouvée dans la Table IV, page 242. On ajoutera la différence de ces deux nombres à la diftance apparente du centre du Soleil au zénit, & on aura la diftance vraie du centre de cet Aftre au zénit.

726. Si c'eft une Etoile, on ajoutera à fa diftance apparente au zénit la réfraction qui y convient, & on aura la diftance vraie de l'Etoile au zénit.

727. Pour la Lune, on ajoutera le logarithme de fa parallaxe horifontale, réduite en fecondes, au logarithme finus de la diftance apparente du centre de la Lune au zénit. On retranchera le rayon de la fomme, & on aura le logarithme d'un nombre de fecondes égal à la parallaxe de hauteur. De cette parallaxe de hauteur ainfi trouvée, on fouftraira la réfraction qui convient à la hauteur apparente du centre de la Lune. Cette derniere quantité retranchée de la diftance apparente du centre

de la Lune au zénit donnera la diſtance vraie du centre de cette Planete au zénit.

728. 8°. On corrigera également, de l'erreur de l'inſtrument, la diſtance obſervée du bord de la Lune au Soleil ou à l'Etoile, & on la réduira au centre comme il ſuit,

729. Si c'eſt une diſtance de la Lune au Soleil : pour la réduire au centre, on y ajoutera le demi-diametre apparent de la Lune & celui du Soleil trouvés ci-deſſus.

730. Si c'eſt une diſtance de la Lune à une Etoile, & que le centre de la Lune ſoit entre le bord éclairé & l'Etoile, on ſouſtraira le demi-diametre apparent de la Lune de la diſtance obſervée, ce qui donnera la diſtance apparente (1) du centre de la Lune à l'Etoile. On feroit le contraire de ce qui vient d'être preſcrit, ſi le centre de la Lune étoit au-delà du bord éclairé par rapport à l'Etoile.

731. 9°. On ajoutera à la diſtance apparente des centres, la diſtance apparente du centre du Soleil ou de l'Etoile au zénit & la diſtance apparente du centre de la Lune au zénit. On prendra la moitié de la ſomme, dont on retranchera ſucceſſivement chaque diſtance au zénit, ce qui donnera deux reſtes. Sous ces deux reſtes on écrira la vraie diſtance du centre du Soleil ou de l'Etoile au zénit, la diſtance vraie du centre de la Lune au zénit, la différence & la moitié de la différence de ces deux diſtances vraies au zénit.

732. Cela poſé, on ajoutera les complémens arithmétiques des logarithmes ſinus des diſtances apparentes au zénit, les logarithmes ſinus des deux reſtes & les logarithmes ſinus des diſtances vraies au zénit. On prendra la moitié de la ſomme de ces ſix logarithmes, & on en retranchera le logarithme coſinus de la moitié de la différence des diſtances vraies au zénit ; le reſte ſera le logarithme ſinus d'un arc appellé A, que l'on cherchera dans les Tables. Enfin on ajoutera au logarithme coſinus de cet arc, le logarithme coſinus de la moitié de la différence des diſtances vraies au zénit, & la ſomme, moins le rayon, donnera le logarithme coſinus d'un arc, dont le double ſera la diſtance vraie déduite de l'obſervation.

733. 10°. On prendra la différence entre les deux diſtances des Tables, dont l'une ſoit moindre & l'autre plus grande que la diſtance qu'on vient de trouver par le calcul : enſuite on prendra la différence entre la diſtance vraie obſervée & celle

(1) Les diſtances apparentes ne different des diſtances vraies, que parce que l'Obſervateur n'eſt pas au centre de la Terre, & parce que les rayons lumineux qui lui viennent des Aſtres, éprouvent un changement dans leur direction en traverſant l'athmoſphere. (Voyez ci-devant les Numéros 142 & 269).

qui la précédera dans les Tables, & on fera cette proportion :

La différence entre les deux distances des Tables,
Est à 3 heures ;
Comme la différence entre la distance vraie observée & celle qui la précede dans les Tables,
Est à un quatrieme terme.

Qui exprimera le tems qu'il faut ajouter à celui qui répond à la distance précédente des Tables, pour avoir l'heure à laquelle celle qu'on a observée a dû avoir lieu sous le Méridien de Paris.

734. Si l'heure du Vaisseau n'est pas connue, on la calculera avec la hauteur moyenne du Soleil, ou de l'Etoile, par le second Problême des Questions astronomiques, ou avec d'autres hauteurs prises avant ou après les observations de distance.

735. 11°. Enfin la différence entre l'heure de Paris & celle du Vaisseau donnera la différence des Méridiens en tems, & par conséquent la longitude cherchée, comptée du Méridien de Paris.

N. B. La longitude ainsi trouvée est celle du Navire, au moment des observations de la hauteur du Soleil, ou de l'Etoile, faites pour trouver l'heure vraie du Vaisseau, & non celle où il étoit lors de l'observation des distances, à moins que les hauteurs, employées pour calculer l'heure, n'aient été prises aux mêmes instans (ou à très-peu-près) qu'on a mesuré les distances.

736. La méthode qu'on vient d'exposer, imaginée par M. le Chevalier de Borda, se réduit donc à ceci : ayant observé une distance de la Lune au Soleil, ou à une Etoile, la réduire à la distance vraie ; trouver par les Tables de distances, comme il vient d'être dit, l'heure à laquelle celle qu'on a observée, a dû avoir lieu sous le Méridien des Tables ; prendre la différence de l'heure ainsi trouvée à celle de l'observation ; ce qui donne en tems la différence du Méridien des Tables, à celui sous lequel on a observé.

737. Nous allons appliquer cette méthode à quelques exemples, dans lesquels on verra qu'il faut avoir égard aux secondes dans tous les calculs. On ne peut en effet les négliger en faisant usage de la méthode qui lui sert de fondement, sans s'exposer à commettre une erreur assez considérable sur la distance vraie, & par conséquent sur la longitude.

738. Parmi les Tables de sinus logarithmes, dont on fait usage, à l'exception des grandes Tables connues sous le nom de Gardiner (récemment augmentées & perfectionnées dans

leur diſpoſition par M. Callet, mais d'un format plus petit); celles in-12 de M. l'Abbé de la Caille, augmentées par M. l'Abbé Marie, ſont les plus commodes, ſur-tout en ſe ſervant, pour tenir compte des ſecondes dans les calculs trigonométriques, des moyens indiqués à la fin de ces mêmes Tables.

Pour faciliter le calcul & abréger les opérations, nous avons dreſſé des modeles de calcul, où tous les articles ſont diſpoſés dans l'ordre naturel des opérations, enſorte qu'il n'y a plus que les chiffres à remplir.

739. EXEMPLE I. Le 23 Juillet 1784, étant par 70 degrés de longitude eſtimée Oueſt à l'égard de Paris; trois Obſervateurs ont fait de concert les obſervations ſuivantes à 1 heure 35′ du ſoir, & ont trouvé la diſtance des bords les plus proches du Soleil & de la Lune de 70° 7′ 15″, la hauteur du bord inférieur du Soleil de 65° 41′ 10″, & celle du bord ſupérieur de la Lune de 37° 0′ 11″; l'œil étant élevé de 15 pieds au-deſſus du niveau de la Mer. On demande la longitude du lieu de l'obſervation.

Réduction de l'heure comptée à bord, lors de l'Obſervation, à celle de Paris.

Longitude eſtimée O	70° 0′
ou différence des Méridiens O	4h 40′
Tems aſtron. compté à bord le 23, à . .	1 35
Tems aſtron. approché à Paris le 23, à . .	6h 15′



***CALCUL** de la parallaxe horisontale de la Lune.*

Parall. horiſ. le 23 Juillet, à midi.	55′ 2″
Parall. horiſ. le 23 . . à minuit.	55 19
Variation en 12 heures.	+ 17
Variat. pour 6h 15′	+ 9
Parall. horiſ. le 23, à midi.	55 2
Parall. horiſ. cherchée pour 6h 15′	55′ 11″
Diametre du Soleil.	31′ 35″,4
Donc demi-diametre du Soleil.	15 47,7

***CALCUL** du demi-diametre apparent de la Lune.*

Diametre horiſ. le 23, à midi.	30′ 3″
Diametre horiſ. le 24, à midi.	30 23
Variation en 24 heures.	+ 20
Variat. pour 6h 15′.	+ 5
Diametre horiſ. le 23, à midi.	30 3
Diametre horiſ. pour 6h 15′.	30 8
Donc demi-diametre horiſontal.	15 4
Augment. du demi-diametre.	+ 9
Demi-diametre apparent de la Lune.	15′ 13″

***CALCUL** de la diſtance appar. & de la diſt. vraie du Soleil au Zénit.*

Haut. obſ. du bord infér.	65°	41′	10″
Inclin. de l'horiſ.	—	3	58
Haut. appar. du bord infér.	65	37	12
Demi-diametre du Sol.	+	15	48
Haut. appar. du centre.	65°	53′	0″
Diſt. app. du Sol. au Zénit.	24	7	0
Réfraction. + 30″ } + Parallaxe. — 4 }		0	26
Diſt. vraie du Sol. au Zénit.	24°	7′	26″

***CALCUL** de la diſtance app. & de la diſt. vraie de la Lune au Zénit.*

Haut. obſ. du bord ſupér.	37°	0′	11″
Inclin. de l'horiſon.	—	3	58
Haut. app. du bord ſupér.	36	56	13
Demi-diam. ap. de la Lune.	—	15	13
Haut. appar. du centre.	36°	41′	0″
Diſt. app. de la L. au Zén.	53	19	0
Réfract. + 1′ 29″ } — Parall. — 44 15 }		42	46
Diſt. vraie de la L. au Zén.	52°	36′	14″

***CALCUL** de la diſt. app. des centres du Soleil & de la Lune.*

Diſt. obſ. des b. les plus près.	70° 7′ 15″
Demi-diam. du Soleil.	+ 15 48
Demi-diam. ap. de la Lune.	+ 15 13
Diſt. appar. des centres.	70° 38′ 16″
Log. de la parall. horiſ.	3.519959
Sin. diſt. app. de la L. au Z.	9.904147
Somme.	3.424106
C'eſt le logar. de la parallaxe de la Lune en hauteur.	44′ 15″

RÉDUCTION de la dist. appar. de la Lune au Soleil à la dist. vraie, & conclusion de la Longitude.

Distance appar. des centres	70° 38′ 16″				
Distance appar. du Soleil au zénit	24 7 0	sin. logar.	9.611294	(a)	
Distance appar. de la Lune au zénit	53 19 0	sin. logar.	9.904147	(b)	
Somme	148 4 16	(a) comp. arit.	0.388706		
Demi-somme	74 2 8	(b) comp. arit.	0.095853		
Diff. de la ½ som. à la dist. du Soleil au zénit.	49 55 8	sin. logar.	9.883737		
Diff. de la ½ som. à la dist. de la Lune au zénit.	20 43 8	sin. logar.	9.548738		
Distance vraie du Soleil au zénit	24 7 26	sin. logar.	9.611416		
Distance vraie de la Lune au zénit	52 36 14	sin. logar.	9.900070		
Differ. de ces deux distances vraies	28 28 48		39.428520	Somme des 6 logarithmes.	
			19.714260	Demi-somme.	
Moitié de cette différence	14 14 24	cosin. log. —	9.986446	cosin. *Idem.*	9.986446
Reste le Sin. d'un arc A =	32 17 56		9.727814	cosin de A. +	9.926996
Somme. Cosin. de la demi-distance vraie ou réduite		34° 59′ 7″ & demie			9.913442
				Logar de 3h	4.033424
Donc distance vraie déduite de l'observation		69 58 15 } Diff. 0° 7′ 12″ logar.			2.635484
Dist. prises des Tables précéd. à 6h 9′ 16″		69 51 3			
Dist. prises des Tables suiv. à 9 9 16		71 15 37 } Diff. 1 24 34 comp. arith.			6.294650
Somme. Logarithme de			0h 15′ 20″		2.963558
Tems de la distance précédente des Tables			6 9 16		
Donc tems compté à Paris au moment de l'observation			6h 24′ 36″		
Tems compté alors dans le Vaisseau			1 35 0		
Différence des Méridiens Occidentale			4h 49′ 36″	ou Long. cherchée O.	72° 24′

EXEMPLE II. Le 8 Décembre 1784, étant en Mer par 22° 40′ 15″ de latitude Nord & par 16° 45′ de longitude eſtimée Oueſt par rapport à Paris ; on a obſervé, vers 8 heures 18′ du matin, la hauteur du bord inférieur du Soleil de 19° 45′ 40″, celle du bord inférieur de la Lune de 54° 2′ 31″ & la diſtance des bords les plus proches de 50° 38′ 15″ ; la hauteur de l'œil étant de 15 pieds. On demande la longitude.

℞. Diſt. app. du Soleil au zénit 70° 2′ 0″, diſt. vraie . 70° 4′ 47″
Diſt. app. de la Lune au zénit 35 46 0, diſt. vraie . 35 14 9
Diſt. app. des centres . . 51 10 0, diſt. vraie . 51 24 6
Cette diſt. vraie a eu lieu à Paris le jour propoſé, à 9h 38′ 35″ du matin.
Angle horaire 54° 47′ 44″ : donc Long. cherchée O.. 19° 26′ 30″.

EXEMPLE III. Le 12 Mars 1784, à 5 heures 30′ environ après-midi, étant par 10° 20′ de latitude Nord & par 159 degrés de longitude eſtimée à l'Oueſt de Paris, un Obſervateur a pris ſix diſtances conſécutives du bord éclairé de la Lune au bord du Soleil le plus voiſin ; deux autres Obſervateurs, aux mêmes inſtans, ont meſuré les hauteurs des deux Aſtres ſur l'Horiſon, ayant l'œil élevé de 15 pieds au-deſſus du niveau de la Mer. On demande la longitude du Vaiſſeau.

OBSERVATIONS.	Diſtances obſerv. des bords les plus proches du Soleil & de la Lune.	Hauteurs priſes aux mêmes inſtans,	
		du bord inférieur du Soleil.	du bord ſupérieur de la Lune.
1.	108° 8′ 45″	7° 0′ 30″	53° 50′ 0″
2.	108 9 15	6 43 30	54 5 0
3.	108 10 0	6 23 30	54 23 0
4.	108 10 30	6 6 0	54 39 30
5.	108 11 15	5 45 0	54 59 0
6.	108 11 45	5 33 0	55 9 30

℞. Diſt. app. du Soleil au zénit 83° 32′ 36″, diſt. vraie 83° 40′ 41″
Diſt. app. de la Lune au zénit 35 49 1, diſt. vraie 35 15 53
Diſt. app. des centres . . 108 42 25, diſt. vraie 108 27 26
Cette diſtance vraie a eu lieu à Paris le jour propoſé, à 16h 2′ 26″
Angle horaire 83° 4′ 44″ ; donc Longitude cherchée O.. 157° 31′ 45″.

TABLE I.

De l'Augmentation du demi-diametre horisontal de la Lune à différentes hauteurs.

Haut. appar. de la Lune.	DEMI-DIAMETRE HORISONTAL DE LA LUNE.							
	14′ 40″	15′ 0″	15′ 20″	15′ 40″	16′ 0″	16′ 20″	16′ 40″	17′ 0″
Deg.	*Sec.*	*Sec.*	*Sec.*	*Sec.*	*Sec.*	*Sec.*	*Sec.*	*Sec.*
1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3
7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
10	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3
12	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9
14	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5
16	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
18	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,6	5,8
20	4,8	5,0	5,2	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4
22	5,2	5,5	5,7	5,9	6,2	6,5	6,7	7,0
24	5,6	5,9	6,2	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6
26	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2
28	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	8,1	8,4	8,8
30	7,0	7,3	7,6	8,0	8,3	8,6	9,0	9,4
32	7,4	7,7	8,1	8,4	8,8	9,1	9,5	9,9
34	7,8	8,1	8,5	8,9	9,3	9,6	10,1	10,5
36	8,2	8,6	8,9	9,3	9,7	10,1	10,6	11,0
38	8,6	9,0	9,4	9,8	10,2	10,6	11,1	11,5
40	9,0	9,4	9,8	10,2	10,7	11,1	11,6	12,0
42	9,3	9,7	10,2	10,6	11,1	11,5	12,0	12,5
44	9,6	10,1	10,6	11,1	11,5	12,0	12,5	13,0
46	10,0	10,5	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,5
48	10,3	10,8	11,3	11,8	12,3	12,8	13,4	13,9
50	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,3
52	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,6	14,2	14,7
54	11,3	11,8	12,3	12,9	13,4	14,0	14,5	15,1
56	11,5	12,1	12,6	13,2	13,7	14,3	14,9	15,5
58	11,8	12,3	12,9	13,5	14,0	14,6	15,2	15,9
60	12,1	12,6	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,2
65	12,6	13,2	13,8	14,4	15,0	15,7	16,3	17,0
70	13,1	13,7	14,3	14,9	15,6	16,2	16,9	17,6
75	13,5	14,1	14,7	15,3	16,0	16,7	17,4	18,1
80	13,7	14,3	15,0	15,6	16,3	17,0	17,7	18,4
90	13,9	14,6	15,2	15,9	16,6	17,3	18,0	18,7

Suite de la TABLE des Réfractions Astronomiques.

Hauteur apparente.		Réfraction.		Hauteur apparente.		Réfraction.		Hauteur apparente.		Réfraction.		Hauteur apparente.		Réfraction.	
D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.
4	20	11	25,2	10	40	5	18,4	17	0	3	23,0	23	20	2	31,0
4	30	11	4,8	10	50	5	13,7	17	10	3	21,1	23	30	2	29,9
4	40	10	45,4	11	0	5	9,0	17	20	3	19,2	23	40	2	28,8
4	50	10	27,0	11	10	5	5,0	17	30	3	17,4	23	50	2	27,7
5	0	10	9,6	11	20	5	1,0	17	40	3	15,6	24	0	2	26,6
5	10	9	53,4	11	30	4	57,0	17	50	3	13,8	24	10	2	25,6
5	20	9	37,8	11	40	4	53,0	18	0	3	12,1	24	20	2	24,6
5	30	9	22,8	11	50	4	49,0	18	10	3	10,5	24	30	2	23,6
5	40	9	8,6	12	0	4	45,0	18	20	3	9,0	24	40	2	22,6
5	50	8	55,0	12	10	4	41,5	18	30	3	7,5	24	50	2	21,6
6	0	8	42,0	12	20	4	38,0	18	40	3	6,0	25	0	2	20,6
6	10	8	31,9	12	30	4	34,5	18	50	3	4,5	25	10	2	19,6
6	20	8	21,8	12	40	4	31,0	19	0	3	3,0	25	20	2	18,6
6	30	8	11,6	12	50	4	27,5	19	10	3	1,6	25	30	2	17,6
6	40	8	1,4	13	0	4	24,0	19	20	3	0,2	25	40	2	16,7
6	50	7	51,2	13	10	4	20,9	19	30	2	58,8	25	50	2	15,7
7	0	7	41,0	13	20	4	17,8	19	40	2	57,4	26	0	2	14,7
7	10	7	32,5	13	30	4	14,6	19	50	2	56,1	26	10	2	13,8
7	20	7	24,2	13	40	4	11,4	20	0	2	54,7	26	20	2	12,9
7	30	7	15,9	13	50	4	8,2	20	10	2	53,4	26	30	2	12,0
7	40	7	7,6	14	0	4	5,0	20	20	2	52,1	26	40	2	11,1
7	50	6	59,3	14	10	4	2,4	20	30	2	50,8	26	50	2	10,1
8	0	6	51,0	14	20	3	59,8	20	40	2	49,6	27	0	2	9,2
8	10	6	44,1	14	30	3	57,1	20	50	2	48,3	27	10	2	8,3
8	20	6	37,3	14	40	3	54,4	21	0	2	47,0	27	20	2	7,5
8	30	6	30,5	14	50	3	51,7	21	10	2	45,8	27	30	2	6,6
8	40	6	23,7	15	0	3	49,1	21	20	2	44,6	27	40	2	5,7
8	50	6	16,8	15	10	3	46,6	21	30	2	43,4	27	50	2	4,9
9	0	6	10,0	15	20	3	44,2	21	40	2	42,2	28	0	2	4,0
9	10	6	4,5	15	30	3	41,9	21	50	2	41,0	28	10	2	3,2
9	20	5	59,0	15	40	3	39,6	22	0	2	39,8	28	20	2	2,4
9	30	5	53,5	15	50	3	37,3	22	10	2	38,7	28	30	2	1,5
9	40	5	48,0	16	0	3	35,0	22	20	2	37,6	28	40	2	0,7
9	50	5	42,5	16	10	3	33,0	22	30	2	36,5	28	50	1	59,9
10	0	5	37,0	16	20	3	31,0	22	40	2	35,4	29	0	1	59,1
10	10	5	32,4	16	30	3	29,0	22	50	2	34,2	29	10	1	58,3
10	20	5	27,8	16	40	3	27,0	23	0	2	33,1	29	20	1	57,5
10	30	5	23,1	16	50	3	25,0	23	10	2	32,0	29	30	1	56,7
10	40	5	18,4	17	0	3	23,0	23	20	2	31,0	29	40	1	56,0

Suite de la TABLE des Réfractions Astronomiques.

Hauteur apparente.		Réfraction.		Hauteur apparente.		Réfraction.		Hauteur apparente.		Réfraction.		Hauteur apparente.		Réfraction.	
D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.	D.	M.	M.	S.
29	40	1	56,0	36	0	1	31,2	42	20	1	12,9	52	20	0	51,3
29	50	1	55,2	36	10	1	30,7	42	30	1	12,5	52	40	0	50,7
30	0	1	54,4	36	20	1	30,1	42	40	1	12,0	53	0	0	50,1
30	10	1	53,6	36	30	1	29,6	42	50	1	11,6	53	20	0	49,5
30	20	1	52,9	36	40	1	29,1	43	0	1	11,2	53	40	0	48,9
30	30	1	52,2	36	50	1	28,5	43	10	1	10,8	54	0	0	48,3
30	40	1	51,5	37	0	1	28,0	43	20	1	10,4	54	20	0	47,8
30	50	1	50,7	37	10	1	27,5	43	30	1	10,0	54	40	0	47,2
31	0	1	50,0	37	20	1	27,0	43	40	1	9,6	55	0	0	46,6
31	10	1	49,3	37	30	1	26,5	43	50	1	9,2	55	20	0	46,0
31	20	1	48,6	37	40	1	25,9	44	0	1	8,8	55	40	0	45,5
31	30	1	47,9	37	50	1	25,4	44	10	1	8,4	56	0	0	44,9
31	40	1	47,2	38	0	1	24,9	44	20	1	8,0	56	20	0	44,3
31	50	1	46,5	38	10	1	24,4	44	30	1	7,6	56	40	0	43,8
32	0	1	45,8	38	20	1	23,9	44	40	1	7,1	57	0	0	43,2
32	10	1	45,2	38	30	1	23,4	44	50	1	6,6	57	20	0	42,6
32	20	1	44,5	38	40	1	22,9	45	0	1	6,1	57	40	0	42,1
32	30	1	43,8	38	50	1	22,4	45	20	1	5,6	58	0	0	41,6
32	40	1	43,2	39	0	1	21,9	45	40	1	5,0	58	20	0	41,1
32	50	1	42,5	39	10	1	21,4	46	0	1	4,3	58	40	0	40,5
33	0	1	41,8	39	20	1	20,9	46	20	1	3,6	59	0	0	40,0
33	10	1	41,2	39	30	1	20,4	46	40	1	2,8	59	20	0	39,5
33	20	1	40,6	39	40	1	20,0	47	0	1	2,1	59	40	0	39,0
33	30	1	40,0	39	50	1	19,5	47	20	1	1,4	60	0	0	38,4
33	40	1	39,3	40	0	1	19,0	47	40	1	0,7	60	20	0	37,9
33	50	1	38,7	40	10	1	18,5	48	0	1	0,0	60	40	0	37,4
34	0	1	38,1	40	20	1	18,1	48	20	0	59,3	61	0	0	36,9
34	10	1	37,5	40	30	1	17,6	48	40	0	58,6	61	20	0	36,4
34	20	1	36,9	40	40	1	17,2	49	0	0	57,9	61	40	0	35,9
34	30	1	36,4	40	50	1	16,7	49	20	0	57,2	62	0	0	35,4
34	40	1	35,8	41	0	1	16,3	49	40	0	56,5	62	20	0	34,9
34	50	1	35,2	41	10	1	15,9	50	0	0	55,8	62	40	0	34,4
35	0	1	34,6	41	20	1	15,4	50	20	0	55,1	63	0	0	33,9
35	10	1	34,0	41	30	1	15,0	50	40	0	54,5	63	20	0	33,4
35	20	1	33,5	41	40	1	14,6	51	0	0	53,8	63	40	0	32,9
35	30	1	32,9	41	50	1	14,1	51	20	0	53,2	64	0	0	32,4
35	40	1	32,3	42	0	1	13,7	51	40	0	52,5	64	20	0	32,0
35	50	1	31,8	42	10	1	13,3	52	0	0	51,9	64	40	0	31,5
36	0	1	31,2	42	20	1	12,9	52	20	0	51,3	65	0	0	31,0

Suite de la TABLE *des Réfractions Astronomiques.*

Hauteur apparente. D.	M.	Réfraction. M.	S.	Hauteur apparente. D.	M.	Réfraction. M.	S.
65	0	0	31,0	77	40	0	14,5
65	20	0	30,6	78	0	0	14,1
65	40	0	30,1	78	20	0	13,7
66	0	0	29,6	78	40	0	13,3
66	20	0	29,1	79	0	0	12,9
66	40	0	28,7	79	20	0	12,5
67	0	0	28,2	79	40	0	12,1
67	20	0	27,7	80	0	0	11,7
67	40	0	27,3	80	20	0	11,3
68	0	0	26,8	80	40	0	10,9
68	20	0	26,3	81	0	0	10,5
68	40	0	25,9	81	20	0	10,1
69	0	0	25,5	81	40	0	9,7
69	20	0	25,1	82	0	0	9,3
69	40	0	24,7	82	20	0	9,0
70	0	0	24,2	82	40	0	8,6
70	20	0	23,8	83	0	0	8,2
70	40	0	23,3	83	20	0	7,8
71	0	0	22,9	83	40	0	7,4
71	20	0	22,5	84	0	0	7,0
71	40	0	22,0	84	20	0	6,6
72	0	0	21,6	84	40	0	6,2
72	20	0	21,2	85	0	0	5,8
72	40	0	20,7	85	20	0	5,4
73	0	0	20,3	85	40	0	5,0
73	20	0	19,9	86	0	0	4,6
73	40	0	19,5	86	20	0	4,2
74	0	0	19,1	86	40	0	3,9
74	20	0	18,7	87	0	0	3,5
74	40	0	18,2	87	20	0	3,1
75	0	0	17,8	87	40	0	2,7
75	20	0	17,4	88	0	0	2,3
75	40	0	17,0	88	20	0	1,9
76	0	0	16,6	88	40	0	1,5
76	20	0	16,2	89	0	0	1,1
76	40	0	15,8	89	20	0	0,7
77	0	0	15,4	89	40	0	0,4
77	20	0	15,0	90	0	0	0,0
77	40	0	14,5				

TABLE IV.

De la Parallaxe du Soleil à différ. haut., en supposant l'Horisontale de 8", 8.

Haut. appar. du Soleil. D.	Parall. du Soleil. Sec.	Haut. appar. du Soleil. D.	Parall. du Soleil. Sec.
0	8,8	55	5,1
2	8,8	56	4,9
4	8,8	57	4,8
6	8,7	58	4,7
8	8,7	59	4,5
10	8,7	60	4,4
12	8,6	61	4,3
14	8,5	62	4,1
16	8,5	63	4,0
18	8,4	64	3,9
20	8,3	65	3,7
22	8,2	66	3,6
24	8,0	67	3,4
26	7,9	68	3,3
28	7,8	69	3,2
30	7,6	70	3,0
32	7,5	71	2,9
34	7,2	72	2,7
36	7,1	73	2,6
38	6,9	74	2,4
40	6,7	75	2,3
41	6,6	76	2,1
42	6,5	77	2,0
43	6,4	78	1,8
44	6,3	79	1,7
45	6,2	80	1,5
46	6,1	81	1,4
47	6,0	82	1,2
48	5,9	83	1,1
49	5,8	84	0,9
50	5,7	85	0,8
51	5,5	86	0,6
52	5,4	87	0,5
53	5,3	88	0,3
54	5,2	89	0,2
55	5,1	90	0,0

CONCLUSION.

De l'ordre que les Pilotes doivent mettre dans la Réduction de leurs Routes, & dans la forme de leur Journal.

LES obfervations de la latitude que nous faifons en Mer, font indépendantes les unes des autres; mais il n'en eft pas de même à l'égard de notre longitude, puifque le plus fouvent nous ne réuffiffons à la trouver que par la réduction de nos routes, encore d'une maniere approchée; nous ne faurions donc être trop attentifs à n'en pas perdre le fil. Les Pilotes fe partagent en deux troupes pour *faire le Quart*, de même que tout l'Equipage, & chaque troupe veille alternativement. On écrit avec de la craie fur une efpece de tableau, qu'on nomme *Table de Loch*, le nombre de nœuds qu'on fait, le rumb qu'on fuit, la force & la direction du vent, & les autres circonftances. effentielles. C'eft à cette Table que les Pilotes qui fe repofoient ont recours, lorfqu'ils viennent fe charger à leur tour du foin d'obferver toutes les circonftances de la Navigation. On réduit toutes les routes chaque jour, ordinairement d'un midi à l'autre, & le Pilote en fait entrer au moins le réfultat dans fa relation journaliere.

La forme du Journal eft indifférente à bien des égards; mais on trouvera un avantage confidérable à le diftribuer par colonnes : on s'épargnera beaucoup d'écriture, & on aura la commodité dans un autre tems de retrouver beaucoup plus aifément, & d'un fimple coup-d'œil, les chofes qu'on voudra y chercher. La Table fuivante peut fervir de modele; nous allons en parcourir les différens titres.

On fpécifie à la tête du Journal, toutes les circonftances qui caractérifent le Navire dans lequel on eft; comme fa grandeur, le nombre de pieds qu'il enfonce dans l'eau par l'avant & par l'arriere; & on indique auffi la deftination du voyage, autant qu'on le peut. Si l'on ne donne que 12 colonnes aux Tables, on aura au moins le foin de laiffer à côté un affez grand efpace pour pouvoir y marquer une infinité de différentes particularités, dont il eft à propos de conferver la note. Nous nous fuppofons actuellement en pleine Mer.

La premiere colonne de notre Table indique le quantieme du mois ; nous marquons dans la feconde les qualités du vent : on voit, par exemple, vis-à-vis du Mercredi 4, que le vent a été N E, affez fort ; & de la maniere dont nous comptons les jours, il faut que ce vent ait régné depuis le midi du Mardi 3 jufqu'au midi du jour fuivant. Ainfi lorfqu'il fe fait quelque changement, nous le mettons fous un jour ou fous l'autre, felon qu'il arrive avant ou après midi.

La troifieme colonne fpécifie le nombre des voiles qui font déployées, & la maniere dont elles font orientées.

Les trois colonnes fuivantes ont rapport à la variation de la Bouffole, dont la connoiffance doit fervir à rectifier les rumbs de vent marqués dans la feptieme colonne. Ces trois colonnes auront ordinairement de grands vuides, parce qu'on n'obferve pas en Mer la variation auffi fouvent qu'on le fouhaiteroit. On fe reffouvient qu'il faut obferver à combien de diftance le Soleil fe leve ou fe couche de l'Eft ou de l'Oueft de la Bouffole (443), & qu'on compare cette diftance avec celle que fournit le calcul : l'une eft l'amplitude obfervée & l'autre l'amplitude calculée. Les amplitudes occafes, marquées vis-à-vis du Mercredi 4, appartiennent au Mardi au foir, à caufe de notre maniere de compter les jours, tandis que les amplitudes ortives appartiennent au Mercredi matin.

La feptieme & la huitieme colonnes marquent le rumb & le chemin eftimés & réduits. On fait prefque chaque jour, d'un midi à l'autre, plufieurs petites routes ; mais elles font équivalentes à une feule. On a marqué 142 milles à l'O$\frac{1}{4}$N O 5° 15′ O, vis-à-vis du Mercredi 4, parce que toutes les petites routes qu'on ne rapporte pas en détail, mais qu'on a faites depuis le Mardi 3 à midi jufqu'au 4 à midi, font équivalentes à une feule route de 142 milles courus fur l'O$\frac{1}{4}$N O 5° 15′ O. Nous pouvons nous difpenfer de répéter que la quantité du chemin de chaque route particuliere a été mefurée avec le loch, & que le rumb de vent, que nous regardons comme eftimé, a cependant déjà été corrigé de l'erreur de la dérive & de celle que produit la variation de la Bouffole. Nous le nommons *eftimé*, malgré toutes ces corrections, parce qu'il peut encore fe trouver fujet à de très-grandes erreurs, de même que la quantité du chemin.

MODELE DE JOURNAL.

Jours du Mois.	Qualités du Vent.	Voilure du Navire.	Amplitude du Soleil observ.	Amplitude du Soleil calculée	Variat. de la Bouss.	Rumb réduit estimé.	Distance réduite estimée.	Point Estimé. Latitude estimée.		Point Estimé. Longitude estimée.		Point Corrigé. Latitude observée.		Point Corrigé. Longitude corrigée.	
								D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
Mardi 3.	N E frais.					S O	99 milles.	20	50	349	31	20	30	349	20
Mercr. 4.	N E fort.	Les quatre voiles majeures.	Occase N 12° 30′ Ortive N 5° 30′	9° 2′ N 8 58 N	2° 28′ N O.	O¼N O 5° 15′ O	142 milles.	20	45	346	49				
Jeudi 5	Calme jusqu'à 8 h. matin. E N E foib.					O S O 5° S	24 milles.	20	34	346	26				
Vendr. 6	E très-fort.					O S O 2° 30′ O	228 milles.	19	16	342	38	19	25	342	38
Samedi 7	E S E très-fort.					O	237 milles.	19	25	338	27				
Dim. 8															

La neuvieme & la dixieme colonnes marquent la latitude & la longitude du point estimé. On y voit pour chaque midi, l'endroit de la Mer où le Pilote croit être; c'est ici son point estimé, qu'il entreprend de corriger, lorsque le Ciel lui permet d'observer la latitude. Il l'observa le 3 à midi, & il corrigea en conséquence son point, dont la latitude & la longitude sont marquées dans les deux dernieres colonnes : le Pilote employa ensuite les latitude & longitude de ce jour-là, pour trouver celles du 4 & du 5 par le moyen des routes estimées; mais comme il n'eut point d'observation de latitude ces deux mêmes jours, sa Navigation n'est qu'estimée. Le 6, il observa la latitude de $19^{\circ} 25'$, lorsqu'il croyoit être par $19^{\circ} 16'$, & il dut alors corriger son point, au moins quant à la latitude. On continue ainsi, de jour en jour, jusqu'à la fin de sa Navigation.

FIN.

APPROBATION.

J'AI lu, par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, un Manuſcrit ayant pour titre : *Principes de Navigation*, ou *Abrégé de la Théorie & de la Pratique du Pilotage*, rédigé par ordre du Roi, pour les Ecoles d'Hydrographie, par M. DULAGUE, Profeſſeur d'Hydrographie.

L'approbation univerſelle dont jouiſſent les Leçons de Navigation du même Auteur, ſont un préjugé très-favorable à cet Abrégé, qui a l'avantage de contenir en un volume plus commode pour les Navigateurs, tout ce qu'il leur importe de ſavoir, & qui excitera en eux le déſir d'étendre leurs connoiſſances par l'Ouvrage complet, quand les circonſtances les rendront ſédentaires.

A Rouen ce 24 Septembre 1787.

BALLIERE DELAISMENT.

PRIVILEGE GÉNÉRAL.

LOUIS, PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE : A nos amés & féaux Conſeillers les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillis, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, SALUT. Notre amé le ſieur RACINE, Libraire à Rouen, Nous a fait expoſer qu'il déſireroit faire imprimer & donner au Public *les Principes de Navigation, ou Abrégé de la Théorie & de la Pratique du Pilotage, rédigé par nos ordres, pour les Ecoles d'Hydrographie, par M. DULAGUE, Profeſſeur d'Hydrographie*, s'il nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilege pour ce néceſſaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, nous lui avons permis & permettons, par ces Préſentes, de faire imprimer ledit ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre & débiter par-tout notre Royaume, pendant le tems de vingt années conſécutives, à compter de la date des Préſentes, & encore pendant la vie dudit ſieur Dulague, ſi celui-ci ſurvit à l'expiration du préſent Privilege, conformément à l'article IV de l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, portant Réglement ſur la durée des Privileges en Librairie. FAISONS défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance ; comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage, ſous quelque prétexte que

ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ſes hoirs ou ayans-cauſe, à peine de ſaiſie & confiſcation des Exemplaires contrefaits, de ſix mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée pour la premiere fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, concernant les contre-façons : A LA CHARGE que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion dudit ouvrage ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en beau papier & beaux caracteres, conformément aux Réglemens de la Librairie, à peine de déchéance du préſent Privilege; qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France, le Sieur DE LAMOIGNON, Commandeur de nos Ordres; qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France, le Sieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit Sieur de LAMOIGNON; le tout à peine de nullité des Préſentes : DU CONTENU deſquelles vous MANDONS & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes ayans-cauſe pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. VOULONS que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. COMMANDONS au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires : Car tel eſt notre plaiſir. Donné à Verſailles le quinzieme jour du mois de Novembre l'an de grace mil ſept cent quatre-vingt-ſept, & de notre Regne le quatorzieme.

Par le Roi, en ſon Conſeil,

LE BEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XXIII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 1348, Fol. 390, conformément aux diſpoſitions énoncées dans le préſent Privilege; & à la charge de remettre à ladite Chambre les neuf Exemplaires preſcrits par l'Arrêt du Conſeil du 16 Avril 1785. A Paris le 16 Novembre 1787.

NYON l'ainé, Adjoint.

Regiſtré ſur le Regiſtre de la Chambre Syndicale des Libraires-Imprimeurs de la Ville de Rouen, Fol. 48, N°. 262; conformément aux Réglemens de la Librairie. A Rouen le 5 Décembre 1787.

L. OURSEL, Syndic.

A Rouen, de l'Imp. de veuve LAURENT DUMESNIL, rue Neuve S. Lo, vis-à-vis le Prieuré, 1787.

RECUEIL
DE TABLES
ASTRONOMIQUES.

TABLES

Pour calculer les tems vrais des Phaſes de la Lune pour le Méridien de Paris

(Voyez l'uſage de ces Tables N°. 217 & ſuivans.)

TABLE I. Pour les Années.

Années.		J.	H.	M.	A.	P.
Biſſ. .	1780	4	18	2	927	1
	1781	1	12	2	55	2
	1782	5	15	12	452	4
	1783	2	9	12	580	1
Biſſ. .	1784	5	12	22	977	3
	1785	2	6	22	105	4
	1786	6	9	32	502	2
	1787	3	3	32	630	3
Biſſ. .	1788	6	6	43	27	1
	1789	3	0	42	155	2
	1790	7	3	53	551	4
	1791	3	21	52	680	1
Biſſ. .	1792	7	1	3	76	3
	1793	3	19	3	205	4
	1794	0	13	2	333	1
	1795	4	16	13	730	3
Biſſ. .	1796	0	10	12	858	4
	1797	4	13	23	255	2
	1798	1	7	22	383	3
	1799	5	10	33	780	1

Années.		J.	H.	M.	A.
Com. .	1800	2	4	33	908
	1801	6	7	43	304
	1802	3	1	43	433
	1803	7	4	53	829
Biſſ. .	1804	2	22	53	958
	1805	7	2	3	354
	1806	3	20	3	483
	1807	0	14	3	611
Biſſ. .	1808	3	17	13	8
	1809	0	11	13	136
	1810	4	14	23	533
	1811	1	8	23	661
Biſſ. .	1812	4	11	33	57
	1813	1	5	33	186
	1814	5	8	44	582
	1815	2	2	43	711
Biſſ. .	1816	5	5	54	107
	1817	1	23	53	236
	1818	6	3	4	632
	1819	2	21	4	761

TABLE II. Pour les Mois.

M.	J.	H.	M.	A.	P.
Janvier.	7	9	34	269	1
	14	19	14	538	2
	22	4	53	806	3
	29	14	31	75	4
Février.	6	0	7	343	1
	13	9	41	611	2
	20	19	13	880	3
	28	4	41	148	4
Mars.	7	14	7	416	1
	14	23	29	684	2
	22	8	47	952	3
	29	18	0	220	4
Avril.	6	3	10	488	1
	13	12	16	756	2
	20	21	17	24	3
	28	6	15	291	4

M.	J.	H.	M	A.	P.
Mai.	5	15	8	559	1
	12	23	58	826	2
	20	8	45	94	3
	27	17	29	361	4
Juin.	4	2	11	628	1
	11	10	52	896	2
	18	19	31	163	3
	26	4	9	430	4
Juillet.	3	12	48	698	1
	10	21	27	965	2
	18	6	8	232	3
	25	14	50	500	4
Août.	1	23	35	767	1
	9	8	23	34	2
	16	17	13	302	3
	24	2	7	569	4
	31	11	4	837	1

M.	J.	H.	M.	A.
Sept.	7	20	6	105
	15	5	10	372
	22	14	19	640
	29	23	32	908
Octobre.	7	8	48	176
	14	18	8	444
	22	3	31	712
	29	12	57	981
Nov.	5	22	26	249
	13	7	57	517
	20	17	31	786
	28	3	6	54
Décemb.	5	12	43	323
	12	22	21	591
	20	8	1	860
	27	17	40	129

Dans les mois de Janvier & Février des Années Biſſextiles, il faut ajoute [illegible] jour au tems de la Phaſe trouvée par ces Tables.

Suite des TABLES pour calculer l'heure vraie des Phaſes de la Lune.

TABLE III.

De l'Equation qu'il faut toujours ajouter aux jours, heures & minutes trouvés par les Tables I & II de la page précédente, ſelon la ſomme des nombres A, & ſelon que la ſomme des nombres P indique une Syzygie ou une Quadrature.

	Syzygies.		Quadrat.			Syzygies.		Quadrat.			Syzygies.		Quadrat.	
A.	H.	M.	H.	M.	A.	H.	M.	H.	M.	A.	H.	M.	H.	M.
0	15	14	15	14	330	23	23	28	20	670	6	57	2	2
10	15	54	16	12	340	23	3	27	50	680	6	38	1	35
20	16	33	17	10	350	22	41	27	17	690	6	22	1	11
30	17	13	18	7	360	22	17	26	41	700	6	7	0	51
40	17	52	19	4	370	21	52	26	3	710	5	55	0	34
50	18	30	20	0	380	21	26	25	22	720	5	43	0	20
60	19	7	20	55	390	20	59	24	39	730	5	35	0	10
70	19	43	21	48	400	20	30	23	54	740	5	28	0	3
80	20	17	22	39	410	19	59	23	7	750	5	24	0	0
90	20	50	23	29	420	19	31	22	18	760	5	22	0	0
100	21	22	24	17	430	19	0	21	28	770	5	23	0	5
110	21	52	25	3	440	18	28	20	36	780	5	26	0	13
120	22	20	25	46	450	17	55	19	44	790	5	31	0	24
130	22	46	26	26	460	17	23	18	50	800	5	39	0	39
140	23	9	27	4	470	16	50	17	56	810	5	49	0	58
150	23	31	27	39	480	16	16	17	1	820	6	2	1	20
160	23	51	28	11	490	15	42	16	6	830	6	17	1	46
170	24	8	28	40	500	15	9	15	10	840	6	34	2	15
180	24	22	29	5	510	14	35	14	14	850	6	54	2	47
190	24	35	29	27	520	14	1	13	19	860	7	16	3	22
200	24	45	29	45	530	13	28	12	24	870	7	40	4	0
210	24	52	30	0	540	12	55	11	30	880	8	6	4	41
220	24	57	30	12	550	12	22	10	36	890	8	34	5	24
230	25	0	30	19	560	11	50	9	44	900	9	4	6	10
240	25	0	30	24	570	11	18	8	52	910	9	36	6	57
250	24	58	30	24	580	10	47	8	2	920	10	9	7	47
260	24	53	30	21	590	10	19	7	14	930	10	44	8	39
270	24	47	30	14	600	9	48	6	27	940	11	20	9	32
280	24	38	30	3	610	9	20	5	42	950	11	57	10	27
290	24	26	29	49	620	8	53	4	59	960	12	35	11	23
300	24	14	29	32	630	8	27	4	19	970	13	14	12	20
310	23	59	29	11	640	8	2	3	41	980	13	54	13	17
320	23	42	28	47	650	7	39	3	5	990	14	34	14	15
330	23	23	28	20	660	7	17	2	32	1000	15	14	15	14

	SYZYGIES.	QUADRATURES.
P étant	1 ou 5 indique Nouvelle Lune. 3 ou 7 indique Pleine Lune.	2 ou 6 indique Premier Quartier. 4 ou 8 indique Dernier Quartier.

TABLE

Du Retardement des Marées, qu'il faut toujours ajouter à l'heure d l'Etablissement d'un Port, pour avoir le tems de la plus haute Marée a un jour proposé. On retranchera 12 heures de la somme, si elle surpasse ce nombre.

(L'usage de cette Table est expliqué aux Numéros 225 & suivans.)

Intervalle de Tems.		Après la Nouv. & Pleine Lune.		Avant le Prem. & Dern. Quartier.		Après le Prem. & Dern. Quartier.		Avant la Nouv & Pleine Lune.	
J.	H.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.
0	0	0	0	5	6	5	6	0	0
	3	0	4	4	58	5	14	11	56
	6	0	8	4	51	5	22	11	51
	9	0	13	4	44	5	31	11	47
	12	0	17	4	37	5	40	11	42
	15	0	22	4	30	5	50	11	37
	18	0	26	4	23	6	0	11	33
	21	0	31	4	16	6	10	11	28
1	0	0	36	4	9	6	20	11	23
	3	0	41	4	3	6	29	11	18
	6	0	45	3	56	6	39	11	13
	9	0	49	3	50	6	49	11	8
	12	0	54	3	44	6	58	11	3
	15	0	58	3	38	7	8	10	58
	18	1	2	3	32	7	18	10	53
	21	1	7	3	27	7	27	10	48
2	0	1	11	3	21	7	37	10	43
	3	1	15	3	16	7	46	10	37
	6	1	19	3	11	7	56	10	32
	9	1	24	3	6	8	5	10	27
	12	1	28	3	1	8	14	10	21
	15	1	32	2	56	8	23	10	15
	18	1	37	2	50	8	31	10	9
	21	1	41	2	45	8	39	10	3
3	0	1	46	2	40	8	47	9	56
	3	1	50	2	35	8	55	9	50
	6	1	54	2	30	9	2	9	44
	9	1	59	2	25	9	9	9	37
	12	2	3	2	21	9	17	9	31
	15	2	7	2	16	9	24	9	24
	18	2	12	2	12	9	31	9	16
	21	2	16	2	7	9	37	9	9
4	0	2	21	2	3	9	44	9	2

TABLES

Des Corrections qu'il faut faire aux observations de la hauteur des Astres, ou à leurs distances du Zénit, avant que de les employer dans les calculs de la Latitude, de l'heure, &c. (*Voyez l'usage de ces Tables, N°. 262 & suiv.*)

TABLE I.
De l'Inclinaison de l'Horison de la Mer.

Pieds d'élévation.	*Inclinaif.* M.	Pieds d'élévation.	*Inclinaif.* M.
1	1,0	21	4,7
2	1,4	22	4,8
3	1,8	23	4,9
4	2,1	24	5,0
5	2,3	25	5,1
6	2,5	26	5,2
7	2,7	27	5,3
8	2,9	28	5,4
9	3,1	29	5,5
10	3,2	30	5,6
11	3,4	35	6,1
12	3,6	40	6,5
13	3,7	45	6,9
14	3,8	50	7,2
15	4,0	55	7,6
16	4,1	60	7,9
17	4,2	70	8,6
18	4,4	80	9,2
19	4,5	90	9,7
20	4,6	100	10,3
21	4,7	200	14,5

Quand on observe par devant, il faut retrancher l'Inclinaison de la hauteur, & l'ajouter à la distance au Zénit : au contraire, quand on observe par derriere, il faut ajouter l'Inclinaison à la hauteur, & la retrancher de la distance au au Zénit.

TABLE II.
DE LA RÉFRACTION.

Distances app. au Zénit. D.	*Réfraction.* M.	Hauteurs apparentes. D.	Distances app. au Zénit. D.	*Réfraction.* M.	Hauteurs apparentes. D.
0	0,0	90	66	2,4	24
5	0,1	85	67	2,6	23
10	0,2	80	68	2,7	22
15	0,3	75	69	2,8	21
20	0,4	70	70	2,9	20
25	0,5	65	71	3,0	19
30	0,6	60	72	3,2	18
35	0,8	55	73	3,4	17
40	0,9	50	74	3,6	16
45	1,1	45	75	3,8	15
46	1,1	44	76	4,1	14
47	1,2	43	77	4,4	13
48	1,2	42	78	4,7	12
49	1,3	41	79	5,1	11
50	1,3	40	80	5,6	10
51	1,4	39	81	6,2	9
52	1,4	38	82	6,9	8
53	1,5	37	83	7,7	7
54	1,5	36	84	8,7	6
55	1,6	35	85	10,2	5
56	1,6	34	85 ½	11,1	4 ½
57	1,7	33	86	12,2	4
58	1,8	32	86 ½	13,4	3 ½
59	1,8	31	87	15,0	3
60	1,9	30	87 ½	16,8	2 ½
61	2,0	29	88	19,0	2
62	2,1	28	88 ½	21,7	1 ½
63	2,2	27	89	25,0	1
64	2,2	26	89 ½	28,9	0 ½
65	2,3	25	90	33,5	0

La Réfraction doit toujours être retranchée des hauteurs, & ajoutée aux distances au Zénit.

TABLE III.
Des demi-Diametres du Soleil.

Jours du Mois.	*Demi-diametre.* M.	Jours du Mois.
Janv. 1	16,3	31
11	16,3	21
21	16,3	11
Fév. 1	16,3	1 Déc.
11	16,3	21
21	16,2	11
Mars. 1	16,2	1 Nov.
11	16,1	21
21	16,1	11
Avr. 1	16,1	1 Oct.
11	16,0	21
21	16,0	11
Mai. 1	15,9	1 Sept.
11	15,9	21
21	15,8	11
Juin. 1	15,8	1 Août.
11	15,8	21
21	15,8	11
30	15,8	1 Juill.

Si on observe par devant le bord inférieur du Soleil, il faut ajouter son demi-diametre à la hauteur, ou le retrancher de la distance au Zénit : mais si on observe le bord supérieur, il faut retrancher le demi-diametre de la hauteur, ou l'ajouter à la distance au Zénit.

C'est le contraire quand on observe par derriere.

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année Bissextile 1788, calculée pour Midi, au Méridien de Paris. (Voyez N°. 277 & suiv.)

Cette Table pourra servir pour les Années 1792 & 1796. (*Voyez N°. 287 & suiv.*)

Jours.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	23	Sud. 1,3	17	Sud. 6,0	7	Sud. 12,2	4	Nord. 54,8	15	Nord. 21,7	22	Nord. 11,4
2	22	56,1	16	48,7	6	49,3	5	17,8	15	39,5	22	19,0
3	22	50,4	16	31,2	6	26,2	5	40,8	15	57,0	22	26,3
4	22	44,3	16	13,4	6	5,1	6	3,6	16	14,2	22	33,1
5	22	37,7	15	55,3	5	39,9	6	26,3	16	31,2	22	39,6
6	22	30,7	15	36,9	5	16,6	6	48,8	16	48,0	22	45,7
7	22	23,2	15	18,2	4	53,3	7	11,3	17	4,4	22	51,3
8	22	15,3	14	59,3	4	29,9	7	33,7	17	20,6	22	56,6
9	22	6,9	14	40,2	4	6,5	7	55,9	17	36,5	23	1,5
10	21	58,2	14	20,8	3	42,9	8	18,0	17	52,1	23	5,9
11	21	48,9	14	1,1	3	19,3	8	40,0	18	7,3	23	10,0
12	21	39,3	13	41,3	2	55,7	9	1,8	18	22,3	23	13,6
13	21	29,3	13	21,2	2	32,1	9	23,5	18	37,0	23	16,8
14	21	18,8	13	0,9	2	8,4	9	45,0	18	51,3	23	19,6
15	21	7,9	12	40,4	1	44,8	10	6,4	19	5,4	23	22,1
16	20	56,7	12	19,7	1	21,1	10	27,5	19	19,1	23	24,1
17	20	45,0	11	58,8	0	57,4	10	48,6	19	32,5	23	25,7
18	20	32,9	11	37,7	0	33,7	11	9,4	19	45,6	23	26,8
19	20	20,5	11	16,4	0	10,0	11	30,0	19	58,3	23	27,6
20	20	7,6	10	54,9	0	Nord. 13,7	11	50,5	20	10,6	23	27,9
21	19	54,4	10	33,3	0	37,4	12	10,8	20	22,7	23	27,9
22	19	40,8	10	11,6	1	1,0	12	30,9	20	34,4	23	27,4
23	19	26,9	9	49,6	1	24,6	12	50,7	20	45,7	23	26,5
24	19	12,6	9	27,5	1	48,2	13	10,4	20	56,7	23	25,2
25	18	57,9	9	5,3	2	11,7	13	29,8	21	7,4	23	23,5
26	18	42,9	8	42,9	2	35,2	13	49,1	21	17,6	23	21,4
27	18	27,5	8	20,4	2	58,6	14	8,1	21	27,5	23	18,8
28	18	11,9	7	57,8	3	22,0	14	26,8	21	37,1	23	15,9
29	17	55,9	7	35,1	3	45,3	14	45,4	21	46,2	23	12,5
30	17	39,6			4	8,6	15	3,6	21	55,0	23	8,7
31	17	22,9			4	31,7			22	3,4		

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année Bissextile 1788, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra servir pour les Années 1792 & 1796.

Jours.	Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	23 Nord.	4,5	17 Nord.	49,4	7 Nord.	58,3	3 Sud.	32,8	14 Sud.	45,4	21 Sud.	58,9
2	23	0,0	17	33,9	7	36,3	3	56,1	15	4,3	22	7,6
3	22	55,0	17	18,0	7	14,2	4	19,3	15	23,0	22	15,9
4	22	49,6	17	1,9	6	51,9	4	42,5	15	41,4	22	23,7
5	22	43,8	16	45,6	6	29,6	5	5,7	15	59,5	22	31,1
6	22	37,7	16	29,0	6	7,1	5	28,7	16	17,4	22	38,1
7	22	31,1	16	12,1	5	44,5	5	51,7	16	35,1	22	44,7
8	22	24,1	15	54,9	5	21,9	6	14,6	16	52,4	22	50,7
9	22	16,8	15	37,5	4	59,2	6	37,5	17	9,4	22	56,4
10	22	9,1	15	19,9	4	36,4	7	0,2	17	26,2	23	1,6
11	22	1,0	15	2,0	4	13,5	7	22,9	17	42,7	23	6,3
12	21	52,5	14	43,8	3	50,5	7	45,5	17	58,8	23	10,5
13	21	43,7	14	25,4	3	27,5	8	7,9	18	14,6	23	14,3
14	21	34,5	14	6,8	3	4,4	8	30,2	18	30,2	23	17,6
15	21	24,9	13	47,9	2	41,2	8	52,5	18	45,4	23	20,5
16	21	14,9	13	28,9	2	18,0	9	14,5	19	0,2	23	22,9
17	21	4,6	13	9,6	1	54,7	9	36,5	19	14,8	23	24,9
18	20	54,0	12	50,1	1	31,4	9	58,3	19	28,9	23	26,3
19	20	42,9	12	30,4	1	8,0	10	20,0	19	42,8	23	27,3
20	20	31,6	12	10,5	0	44,6	10	41,5	19	56,2	23	27,8
21	20	19,9	11	50,5	0	21,2	11	2,8	20	9,3	23	27,9
22	20	7,8	11	30,2	0 Sud.	2,2	11	24,0	20	22,0	23	27,4
23	19	55,4	11	9,7	0	25,6	11	45,1	20	34,4	23	26,6
24	19	42,6	10	49,1	0	49,1	12	5,9	20	46,3	23	25,1
25	19	29,6	10	28,3	1	12,5	12	26,5	20	57,9	23	23,3
26	19	16,2	10	7,3	1	35,9	12	47,0	21	9,1	23	21,0
27	19	2,5	9	46,2	1	59,3	13	7,3	21	19,9	23	18,2
28	18	48,5	9	24,9	2	22,7	13	27,3	21	30,2	23	15,0
29	18	34,2	9	3,4	2	46,1	13	47,2	21	40,2	23	11,3
30	18	19,5	8	41,9	3	9,5	14	6,8	21	49,8	23	7,1
31	18	4,6	8	20,2			14	26,2			23	2,5

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année 1789, premiere après la Biſſextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra ſervir pour les Années 1793 & 1797.

Jours.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	22 Sud.	57,6	16 Sud.	53,2	7 Sud.	18,0	4 Nord.	49,3	15 Nord.	17,3	22 Nord.	9,6
2	22	52,1	16	35,7	6	55,1	5	12,2	15	35,2	22	17,4
3	22	46,1	16	18,0	6	32,1	5	35,1	15	52,8	22	24,7
4	22	39,6	16	0,0	6	9,0	5	58,0	16	10,1	22	31,7
5	22	32,7	15	41,7	5	45,8	6	20,7	16	27,2	22	38,3
6	22	25,3	15	23,1	5	22,5	6	43,3	16	44,0	22	44,4
7	22	17,6	15	4,3	4	59,2	7	5,8	17	0,5	22	50,2
8	22	9,4	14	45,2	4	35,8	7	28,2	17	16,8	22	55,6
9	22	0,6	14	25,8	4	12,3	7	50,5	17	32,7	23	0,5
10	21	51,5	14	6,2	3	48,8	8	12,6	17	48,4	23	5,1
11	21	42,0	13	46,4	3	25,3	8	34,6	18	3,7	23	9,2
12	21	32,1	13	26,4	3	1,7	8	56,5	18	18,8	23	13,0
13	21	21,7	13	6,2	2	38,0	9	18,2	18	33,6	23	16,3
14	21	10,9	12	45,7	2	14,4	9	39,7	18	48,1	23	19,2
15	20	59,7	12	25,0	1	50,7	10	1,1	19	2,1	23	21,7
16	20	48,2	12	4,1	1	27,0	10	22,3	19	15,9	23	23,9
17	20	36,2	11	43,1	1	3,3	10	43,4	19	29,4	23	25,6
18	20	23,9	11	21,9	0	39,6	11	4,3	19	42,5	23	26,9
19	20	11,1	11	0,4	0	15,9	11	25,0	19	55,3	23	27,7
20	19	57,9	10	38,8	0 Nord.	7,8	11	45,5	20	7,8	23	28,1
21	19	44,4	10	17,1	0	31,5	12	5,9	20	19,9	23	28,2
22	19	30,6	9	55,2	0	55,1	12	26,0	20	31,7	23	27,8
23	19	16,3	9	33,1	1	18,7	12	45,9	20	43,1	23	27,0
24	19	1,8	9	10,9	1	42,3	13	5,6	20	54,3	23	25,8
25	18	46,9	8	48,6	2	5,9	13	25,1	21	5,0	23	24,2
26	18	31,6	8	26,1	2	29,4	13	44,4	21	15,3	23	22,1
27	18	16,0	8	3,5	2	52,8	14	3,5	21	25,3	23	19,7
28	18	0,1	7	40,8	3	16,2	14	22,3	21	34,9	23	16,8
29	17	43,8			3	39,6	14	40,9	21	44,2	23	13,5
30	17	27,2			4	2,9	14	59,2	21	53,0	23	9,9
31	17	10,4			4	26,1			22	1,5		

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année 1789, premiere après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra servir pour les Années 1793 & 1797.

Jours.	Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	23 Nord.	5,9	17 Nord.	53,5	8 Nord.	3,8	3 Sud.	27,1	14 Sud.	40,8	21 Sud.	56,9
2	23	1,4	17	38,0	7	41,8	3	50,4	14	59,8	22	5,7
3	22	56,5	17	22,2	7	19,8	4	13,7	15	18,5	22	14,1
4	22	51,3	17	6,3	6	57,6	4	36,9	15	37,0	22	22,1
5	22	45,6	16	49,9	6	35,2	5	0,0	15	55,2	22	29,7
6	22	39,5	16	33,4	6	12,8	5	23,1	16	13,2	22	36,7
7	22	33,1	16	16,5	5	50,3	5	46,1	16	30,9	22	43,4
8	22	26,2	15	59,4	5	27,6	6	9,1	16	48,3	22	49,6
9	22	19,0	15	42,1	5	4,9	6	31,9	17	5,4	22	55,3
10	22	11,4	15	24,5	4	42,1	6	54,7	17	22,3	23	0,6
11	22	3,4	15	6,6	4	19,2	7	17,4	17	38,9	23	5,4
12	21	55,0	14	48,5	3	56;2	7	40,0	17	55,2	23	9,8
13	21	46,2	14	30,2	3	33,2	8	2,5	18	11,0	23	13,7
14	21	37,1	14	11,6	3	10,1	8	24,8	18	26,6	23	17,2
15	21	27,5	13	52,8	2	46,9	8	47,1	18	41,9	23	20,2
16	21	17,7	13	33,8	2	23,7	9	9,2	18	56,8	23	22,7
17	21	7,4	13	14,6	2	0,5	9	31,2	19	11,4	23	24,7
18	20	56,9	12	55,1	1	37,2	9	53,1	19	25,7	23	26,3
19	20	46,0	12	35,5	1	13,8	10	14,8	19	39,6	23	27,4
20	20	34,9	12	15,6	0	50,5	10	36,3	19	53,1	23	28,0
21	20	23,1	11	55,6	0	27,1	10	57,8	20	6,3	23	28,2
22	20	11,1	11	35,4	0	3,7	11	19,0	20	19,2	23	27,9
23	19	58,7	11	15,0	0 Sud.	19,8	11	40,0	20	31,7	23	27,1
24	19	46,1	10	54,3	0	43,2	12	0,9	20	43,7	23	25,8
25	19	33,1	10	33,6	1	6,7	12	21,6	20	55,3	23	24,1
26	19	19,8	10	13,6	1	30,1	12	42,2	21	6,6	23	22,0
27	19	6,2	9	51,6	1	53,5	13	2,4	21	17,5	23	19,3
28	18	52,2	9	30,3	2	16,9	13	22,5	21	28,0	23	16,1
29	18	38,0	9	8,9	2	40,4	13	42,4	21	38,0	23	12,5
30	18	23,4	8	47,3	3	3,8	14	2,1	21	47,7	23	8,5
31	18	8,6	8	25,7			14	21,6			23	4,0

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année 1790, seconde après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra servir pour les Années 1794 & 1798.

Jours.	Janvier.		Février		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	22 Sud.	58,9	16 Sud.	57,4	7 Sud.	23,4	4 Nord.	43,7	15 Nord.	13,1	22 Nord.	7,7
2	22	53,5	16	39,9	7	0,5	5	6,7	15	31,0	22	15,6
3	22	47,5	16	22,2	6	37,5	5	29,7	15	48,7	22	23,1
4	22	41,2	16	4,2	6	14,5	5	52,6	16	6,0	22	30,1
5	22	34,4	15	46,0	5	51,3	6	15,3	16	23,2	22	36,7
6	22	27,1	15	27,5	5	28,1	6	38,0	16	40,0	22	43,0
7	22	19,4	15	8,7	5	4,8	7	0,5	16	56,7	22	48,8
8	22	11,3	14	49,6	4	41,4	7	22,9	17	12,9	22	54,3
9	22	2,7	14	30,4	4	17,9	7	45,2	17	29,0	22	59,3
10	21	53,[illegible]	14	10,9	3	54,4	8	7,4	17	44,7	23	4,0
11	21	44,3	13	51,1	3	30,9	8	29,4	18	0,1	23	8,3
12	21	34,4	13	31,1	3	7,3	8	51,3	18	15,2	23	12,0
13	21	24,2	13	11,0	2	43,7	9	13,1	18	30,0	23	15,5
14	21	13,5	12	50,5	2	20,0	9	34,7	18	44,5	23	18,6
15	21	2,4	12	29,9	1	56,3	9	56,1	18	58,8	23	21,1
16	20	50,9	12	9,1	1	32,6	10	17,4	19	12,6	23	23,5
17	20	39,1	11	48,1	1	8,9	10	38,5	19	26,2	23	25,2
18	20	26,8	11	27,0	0	45,2	10	59,4	19	39,4	23	26,5
19	20	14,1	11	5,6	0	21,5	11	20,2	19	52,3	23	27,5
20	20	1,1	10	44,0	0 Nord.	2,2	11	40,7	20	4,9	23	28,1
21	19	47,7	10	22,3	0	25,9	12	1,1	20	17,1	23	28,2
22	19	33,9	10	0,4	0	49,5	12	21,2	20	28,9	23	27,9
23	19	19,7	9	38,4	1	13,1	12	41,2	20	40,5	23	27,2
24	19	5,[illegible]	9	16,2	1	36,7	13	1,0	20	51,6	23	26,1
25	18	50,4	8	53,9	2	0,3	13	20,6	21	2,4	23	24,5
26	18	35,2	8	31,4	2	23,8	13	39,9	21	12,9	23	22,5
27	18	19,7	8	8,9	2	47,2	13	59,0	21	23,0	23	20,3
28	18	3,9	7	46,2	3	10,7	14	17,9	21	32,7	23	17,5
29	17	47,7			3	34,0	14	36,5	21	42,0	23	14,4
30	17	31,2			3	57,3	14	54,9	21	51,0	23	10,8
31	17	14,[illegible]			4	20,5			21	59,5		

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année 1790, seconde après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra servir pour les Années 1794 & 1798.

Jours.	Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	23	Nord. 6,8	17	Nord. 57,0	8	Nord. 9,0	3	Sud. 21,5	14	Sud. 36,3	21	Sud. 54,7
2	23	2,4	17	41,6	7	47,1	3	44,9	14	55,3	22	3,7
3	22	57,7	17	25,9	7	25,0	4	8,1	15	14,1	22	12,2
4	22	52,5	17	10,0	7	2,8	4	31,3	15	32,6	22	20,2
5	22	46,9	16	53,8	6	40,5	4	54,5	15	50,9	22	27,9
6	22	40,9	16	37,2	6	18,1	5	17,6	16	8,9	22	35,0
7	22	34,6	16	20,4	5	55,6	5	40,7	16	26,7	22	41,8
8	22	27,8	16	3,4	5	33,0	6	3,6	16	44,2	22	48,1
9	22	20.7	15	46,2	5	10,3	6	26,5	17	1,3	22	53,9
10	22	13,2	15	28,6	4	47,5	6	49,3	17	18,3	22	59,3
11	22	5,2	15	10,8	4	24,7	7	12,0	17	34,9	23	4,3
12	21	57,0	14	52,8	4	1,7	7	34,6	17	51,2	23	8,7
13	21	48,3	14	34,5	3	38,7	7	57,1	18	7,2	23	12,7
14	21	39,2	14	16,0	3	15,6	8	19,5	18	22,9	23	16,3
15	21	29,8	13	57,3	2	52,5	8	41,8	18	38,3	23	19,4
16	21	20,0	13	38,3	2	29,3	9	3,9	18	53,3	23	22,1
17	21	9,8	13	19,1	2	6,0	9	26,0	19	7,9	23	24,2
18	20	59,4	12	59,7	1	42,7	9	47,9	19	22,3	23	25,9
19	20	48,5	12	40,1	1	19,4	10	9,6	19	36,3	23	27,2
20	20	37,3	12	20,4	0	56,0	10	31,2	19	49,9	23	27,9
21	20	25,7	12	0,4	0	32,6	10	52,6	20	3,2	23	28,2
22	20	13,8	11	40,2	0	9,2	11	13,9	20	16,1	23	28,0
23	20	1,6	11	19,8	0	Sud 14,2	11	35,0	20	28,6	23	27,3
24	19	49,0	10	59,2	0	37,7	11	55,9	20	40,8	23	26,2
25	19	36,1	10	38,5	1	1,1	12	16,7	20	52,5	23	24,5
26	19	22,9	10	17,6	1	24,6	12	37,3	21	3,9	23	22,4
27	19	9,4	9	56,6	1	48,0	12	57.6	21	14,9	23	20,0
28	13	55,5	9	35,4	2	11,4	13	17,8	21	25,4	23	16,9
29	18	41,3	9	14,0	2	34,8	13	37,7	21	35,6	23	13,4
30	18	26,9	8	52,4	2	58,2	13	57,5	21	45,4	23	9,4
31	18	12,1	8	30,7			14	17,0			23	5,0

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année 1791, troisieme après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra servir pour les Années 1795 & 1799.

Jours.	Janvier.		Février.		Mars.		Avril.		Mai.		Juin.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	23 Sud.	0,0	17 Sud.	1,3	7 Sud.	28,9	4 Nord.	38,2	15 Nord.	8,7	22 Nord.	5,9
2	22	54,7	16	44,0	7	6,0	5	1,3	15	26,7	22	13,7
3	22	48,9	16	26,4	6	43,0	5	24,2	15	44,4	22	21,3
4	22	42,7	16	8,5	6	19,9	5	47,1	16	1,8	22	28,4
5	22	36,0	15	50,3	5	56,7	6	9,9	16	19,0	22	35,2
6	22	28,8	15	31,8	5	33,5	6	32,6	16	36,0	22	41,5
7	22	21,3	15	13,1	5	10,3	6	55,1	16	52,7	22	47,1
8	22	13,2	14	54,2	4	46,9	7	17,6	17	9,0	22	53,0
9	22	4,7	14	35,0	4	23,5	7	39,9	17	25,1	22	58,2
10	21	55,8	14	15,5	3	59,9	8	2,1	17	40,9	23	2,9
11	21	46,5	13	55,8	3	36,4	8	24,2	17	56,4	23	7,2
12	21	36,8	13	35,9	3	12,8	8	46,1	18	11,6	23	11,3
13	21	26,6	13	15,8	2	49,2	9	7,9	18	26,5	23	14,6
14	21	16,0	12	55,4	2	25,6	9	29,5	18	41,1	23	17,8
15	21	5,0	12	34,8	2	1,9	9	51,0	18	55,4	23	20,5
16	20	53,7	12	14,1	1	38,2	10	12,3	19	9,3	23	22,8
17	20	41,8	11	53,1	1	14,5	10	33,5	19	23,0	23	24,7
18	20	29,7	11	31,9	0	50,8	10	54,5	19	36,3	23	26,1
19	20	17,1	11	10,6	0	27,2	11	15,2	19	49,2	23	27,2
20	20	4,2	10	49,1	0	3,5	11	35,8	20	1,8	23	27,8
21	19	50,8	10	27,4	0 Nord.	20,2	11	56,3	20	14,2	23	28,1
22	19	37,1	10	5,6	0	43,9	12	16,5	20	26,2	23	28,0
23	19	23,1	9	43,6	1	7,5	12	36,5	20	37,7	23	27,3
24	19	8,7	9	21,5	1	31,1	12	56,3	20	49,0	23	26,3
25	18	53,9	8	59,2	1	54,7	13	15,9	20	59,9	23	24,8
26	18	38,8	8	36,8	2	18,3	13	35,3	21	10,4	23	23,0
27	18	23,4	8	14,3	2	41,7	13	54,5	21	20,6	23	20,8
28	18	7,7	7	51,6	3	5,1	14	13,5	21	30,4	23	18,1
29	17	51,5			3	28,5	14	32,1	21	39,8	23	15,1
30	17	35,1			3	51,8	14	50,5	21	48,8	23	11,6
31	17	18,4			4	15,0			21	57,5		

TABLE

DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL,

Pour l'Année 1791, troisieme après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table pourra servir pour les Années 1795 & 1799.

Jours.	Juillet.		Août.		Septembre.		Octobre.		Novembre.		Décembre.	
	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
1	23 Nord.	7,7	18 Nord.	0,5	8 Nord.	14,1	3 Sud.	16,0	14 Sud.	31,6	21 Sud.	52,5
2	23	3,4	17	45,2	7	52,2	3	39,3	14	50,7	22	1,5
3	22	58,7	17	29,6	7	30,2	4	2,6	15	9,5	22	10,1
4	22	53,7	17	13,7	7	8,0	4	25,8	15	28,2	22	18,3
5	22	48,2	16	57,6	6	45,8	4	49,0	15	46,5	22	26,0
6	22	42,3	16	41,2	6	23,4	5	12,1	16	4,6	22	33,3
7	22	36,0	16	24,4	6	0,9	5	35,2	16	22,4	22	40,1
8	22	29,3	16	7,5	5	38,4	5	58,1	16	40,0	22	46,5
9	22	22,3	15	50,2	5	15,7	6	21,0	16	57,3	22	52,5
10	22	14,8	15	32,7	4	52,9	6	43,9	17	14,3	22	57,9
11	22	7,0	15	15,0	4	30,1	7	6,6	17	30,9	23	3,0
12	21	58,8	14	57,0	4	7,2	7	29,2	17	47,3	23	7,6
13	21	50,2	14	38,8	3	44,2	7	51,7	18	3,3	23	11,7
14	21	41,3	14	20,3	3	21,1	8	14,1	18	19,1	23	15,4
15	21	32,0	14	1,6	2	57,9	8	36,4	18	34,5	23	18,6
16	21	22,3	13	42,7	2	34,7	8	58,6	18	49,6	23	21,3
17	21	12,2	13	23,6	2	11,5	9	20,7	19	4,3	23	23,6
18	21	1,8	13	4,3	1	48,2	9	42,6	19	18,8	23	25,4
19	20	51,0	12	44,7	1	24,9	10	4,4	19	32,8	23	26,7
20	20	39,9	12	25,0	1	1,6	10	26,0	19	46,6	23	27,6
21	20	28,4	12	5,0	0	38,2	10	47,5	19	59,9	23	28,0
22	20	16,6	11	44,9	0	14,8	11	8,8	20	12,9	23	27,9
23	20	4,4	11	24,6	0 Sud.	8,7	11	29,9	20	25,5	23	27,3
24	19	51,9	11	4,1	0	32,1	11	50,9	20	37,8	23	26,3
25	19	39,1	10	43,4	0	55,5	12	11,7	20	49,7	23	24,9
26	19	26,0	10	22,5	1	19,0	12	32,3	21	1,1	23	22,9
27	19	12,5	10	1,4	1	42,4	12	52,7	21	12,2	23	20,4
28	18	58,7	9	40,3	2	5,8	13	12,9	21	22,9	23	17,5
29	18	44,6	9	19,0	2	29,2	13	32,9	21	33,2	23	14,1
30	18	30,2	8	57,5	2	52,6	13	52,7	21	43,0	23	10,3
31	18	15,5	8	35,9			14	12,3			23	6,0

TABLE

Des Parties proportionnelles de la Déclinaiſon du Soleil.

(Voyez l'uſage ci-après, page 17.)

Mouvement diurne en Déclinaiſon.	h ' 0 5	h ' 0 10	h ' 0 15	h ' 0 20	h ' 0 25	h ' 0 30	h ' 0 35	h ' 0 40	h ' 0 45	h ' 0 50	h ' 0 55	h ' 0 60
1'	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2-
7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
8	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2-	0,3	0,3	0,3
9	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2-	0,3	0,3	0,3	0,4
10	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
11	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
12	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2-	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
13	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
14	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
15	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
16	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
17	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
18	0,1	0,1	0,2	0,2-	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7-
19	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
20	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
21	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
22	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
23	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
24	0,1	0,2	0,2-	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7-	0,8	0,9	1,0
0',1	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

TABLE

Des Parties proportionnelles de la Déclinaison du Soleil.

Mouvement diurne en Déclinaison.	h I	h II	h III	h IV	h V	h VI	h VII	h VIII	h IX	h X	h XI	h XII
1'	0',0	0',1	0',1	0',2	0',2	0',2-	0',3	0',3	0',4	0',4	0',5	0',5
2	0,1	0,2	0,2-	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7-	0,8	0,9	1,0
3	0,1	0,2-	0,4	0,5	0,6	0,7-	0,9	1,0	1,1	1,2-	1,4	1,5
4	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0
5	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2-	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
6	0,2-	0,5	0,7-	1,0	1,2-	1,5	1,7-	2,0	2,2-	2,5	2,7-	3,0
7	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7-	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5
8	0,3	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0
9	0,4	0,7-	1,1	1,5	1,9	2,2-	2,6	3,0	3,4	3,7-	4,1	4,5
10	0,4	0,8	1,2-	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7-	4,2	4,6	5,0
11	0,5	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7-	3,2	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5
12	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
13	0,5	1,1	1,6	2,2	2,7	3,2-	3,8	4,3	4,9	5,4	6,0	6,5
14	0,6	1,2	1,7-	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,2-	5,8	6,4	7,0
15	0,6	1,2-	1,9	2,5	3,1	3,7-	4,4	5,0	5,6	6,2-	6,9	7,5
16	0,7	1,3	2,0	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,7	7,3	8,0
17	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2-	5,0	5,7	6,4	7,1	7,8	8,5
18	0,7-	1,5	2,2-	3,0	3,7-	4,5	5,2-	6,0	6,7-	7,5	8,2-	9,0
19	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,7-	5,5	6,3	7,1	7,9	8,7	9,5
20	0,8	1,7	2,5	3,3	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3	9,2	10,0
21	0,9	1,7-	2,6	3,5	4,4	5,2-	6,1	7,0	7,9	8,7-	9,6	10,5
22	0,9	1,8	2,7-	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3	8,2-	9,2	10,1	11,0
23	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,7-	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,5
24	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
0',1	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0',0	0' 0	0',0	0',0-
0.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,3	0,0	0,0	0,0	0,0-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1-
0,4	0,0	0,0	0,0-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1-	0,2	0,2	0,2
0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2-
0,6	0,0	0,0-	0,1	0,1	0,1	0,1-	0,2	0,2	0,2	0,2-	0,3	0,3
0,7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1-	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3-
0,8	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
0,9	0,0	0,1	0,1	0,1-	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4-

TABLE

Des Parties proportionnelles de la Déclinaison du Soleil.

Mouvement diurne en Déclinaison.	h XIII	h XIV	h XV	h XVI	h XVII	h XVIII	h XIX	h XX	h XXI	h XXII	h XXIII	h XXIV
1'	0',5	0',6	0',6	0',7	0',7	0',7-	0',8	0',8	0',9	0',9	1',0	1',0
2	1,1	1,2	1,2-	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7-	1,8	1,9	2,0
3	1,6	1,7-	1,9	2,0	2,1	2,2-	2,4	2,5	2,6	2,7-	2,9	3,0
4	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0
5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7-	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
6	3,2-	3,5	3,7-	4,0	4,2-	4,5	4,7-	5,0	5,2-	5,5	5,7-	6,0
7	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2-	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0
8	4,3	4,7	5,0	5,3	5,7	6,0	6,3	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0
9	4,9	5,2-	5,6	6,0	6,4	6,7-	7,1	7,5	7,9	8,2-	8,6	9,0
10	5,4	5,8	6,2-	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7-	9,2	9,6	10,0
11	6,0	6,4	6,9	7,3	7,8	8,2-	8,7	9,2	9,6	10,1	10,5	11,0
12	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
13	7,0	7,6	8,1	8,7	9,2	9,7-	10,3	10,8	11,4	11,9	12,5	13,0
14	7,6	8,2	8,7-	9,3	9,9	10,5	11,1	11,7	12,2-	12,8	13,4	14,0
15	8,1	8,7-	9,4	10,0	10,6	11,2-	11,9	12,5	13,1	13,7-	14,4	15,0
16	8,7	9,3	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	14,0	14,7	15,3	16,0
17	9,2	9,9	10,6	11,3	12,0	12,7-	13,5	14,2	14,9	15,6	16,3	17,0
18	9,7-	10,5	11,2-	12,0	12,7-	13,5	14,2-	15,0	15,7-	16,5	17,2-	18,0
19	10,3	11,1	11,9	12,7	13,5	14,2-	15,0	15,8	16,6	17,4	18,2	19,0
20	10,8	11,7	12,5	13,3	14,2	15,0	15 8	16,7	17,5	18,3	19,2	20,0
21	11,4	12,2-	13,1	14,0	14,9	15,7-	16,6	17,5	18,4	19,2-	20,1	21,0
22	11,9	12,8	13,7-	14,7	15,6	16,5	17,4	18,3	19,2-	20,2	21,1	22,0
23	12,5	13,4	14,4	15,3	16,3	17,2-	18,2	19,2	20,1	21,1	22,0	23,0
24	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0
0',1	0',1	0',1	0',1	0', 1	0',1	0',1	0',1	0',1	0',1	0',1	0',1	0',1
0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2-	0,3	0,3	0,3	0,3
0,4	0,2	0,2	0,2-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3-	0,4	0,4	0,4
0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
0,6	0,3	0,3-	0,4	0,4	0,4	0, -	0,5	0,5	0,5	0,5-	0,6	0,6
0,7	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
0,8	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
0,9	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7-	0,8	0,8	0,9	0,9

EXPLICATION

Et usage de la TABLE des Parties proportionnelles de la Déclinaison du Soleil.

LA premiere colonne contient le mouvement diurne du Soleil en déclinaison, c'est-à-dire, son changement de déclinaison d'un jour à l'autre.

Les autres colonnes donnent le changement en déclinaison pour chaque minute & chaque dixieme de minute de mouvement diurne indiquées par la premiere colonne, & pour l'heure marquée au haut de chacune.

Cette Table est partagée en deux parties par une double ligne : la partie supérieure servira pour les minutes de mouvement diurne, & la partie inférieure pour les dixiemes. Les petites lignes (—) qui se trouvent à côté de plusieurs nombres, indiquent des demi-dixiemes.

EXEMPLE I. On demande la partie proportionnelle qui convient à 8 heures ; le mouvement diurne en déclinaison étant de 20′, 7.

OPÉRATION.

Sous 8h vis-à-vis de 20′ de mouvement diurne, on trouve	6′, 7
Sous 8h vis-à-vis de 0′, 7	0, 2
Somme. Partie proportionnelle cherchée	6′, 9

EXEMPLE II. On demande la partie proportionnelle qui convient à 7 heures 20′ ; le mouvement diurne en déclinaison étant de 21′, 7.

OPÉRATION.

Sous 7h vis-à-vis de 21′ de mouvement diurne . . .	6′, 1
Sous 7h vis-à-vis de 0′, 7	2
Sous 0h 20′ vis-à-vis de 21′ ou plutôt de 22′	3
Somme. Partie proportionnelle demandée	6′, 6

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année Bissextile 1788, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table servira pour 1792, en ajoutant 7 secondes aux nombres qu'elle contient : & on ajoutera 15" pour 1796.

(*Voyez N°. 290 & suiv.*)

Jours.	Janvier.			Février.			Mars.			Avril.			Mai.			Juin.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	18	47	13	20	59	28	22	52	17	0	45	41	2	36	59	4	39	55
2	18	51	38	21	3	32	22	56	0	0	49	19	2	40	49	4	44	0
3	18	56	3	21	7	35	22	59	44	0	52	57	2	44	39	4	48	7
4	19	0	27	21	11	38	23	3	27	0	56	36	2	48	30	4	52	14
5	19	4	51	21	15	40	23	7	9	1	0	15	2	52	21	4	56	21
6	19	9	14	21	19	40	23	10	51	1	3	54	2	56	12	5	0	28
7	19	13	37	21	23	40	23	14	32	1	7	33	3	0	5	5	4	36
8	19	17	59	21	27	39	23	18	13	1	11	12	3	3	57	5	8	44
9	19	22	21	21	31	37	23	21	54	1	14	51	3	7	51	5	12	52
10	19	26	42	21	35	35	23	25	35	1	18	31	3	11	46	5	17	0
11	19	31	3	21	39	32	23	29	15	1	22	11	3	15	41	5	21	8
12	19	35	22	21	43	28	23	32	55	1	25	52	3	19	36	5	25	18
13	19	39	40	21	47	23	23	36	35	1	29	33	3	23	32	5	29	27
14	19	43	58	21	51	17	23	40	14	1	33	14	3	27	29	5	33	36
15	19	48	16	21	55	11	23	43	53	1	36	56	3	31	26	5	37	45
16	19	52	33	21	59	4	23	47	32	1	40	38	3	35	23	5	41	54
17	19	56	50	22	2	56	23	51	11	1	44	20	3	39	22	5	46	4
18	20	1	6	22	6	48	23	54	49	1	48	3	3	43	21	5	50	13
19	20	5	21	22	10	39	23	58	27	1	51	46	3	47	20	5	54	23
20	20	9	36	22	14	29	0	2	5	1	55	30	3	51	19	5	58	32
21	20	13	50	22	18	19	0	5	43	1	59	14	3	55	19	6	2	42
22	20	18	3	22	22	8	0	9	21	2	2	58	3	59	20	6	6	51
23	20	22	15	22	25	56	0	12	59	2	6	43	4	3	22	6	11	0
24	20	26	26	22	29	43	0	16	37	2	10	28	4	7	24	6	15	11
25	20	30	36	22	33	30	0	20	15	2	14	14	4	11	26	6	19	20
26	20	34	46	22	37	16	0	23	53	2	18	0	4	15	29	6	23	29
27	20	38	55	22	41	2	0	27	31	2	21	47	4	19	32	6	27	38
28	20	43	4	22	44	47	0	31	9	2	25	34	4	23	35	6	31	47
29	20	47	11	22	48	32	0	34	47	2	29	22	4	27	40	6	35	55
30	20	51	17				0	38	25	2	33	10	4	31	45	6	40	3
31	20	55	24				0	42	3				4	35	50			

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année Bissextile 1788, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table servira pour 1792, en ajoutant 7 secondes aux nombres qu'elle contient : & on ajoutera 15" pour 1796.

Jours.	Juillet.			Août.			Septembre.			Octobre.			Novembre.			Décembre.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	6	44	11	8	48	50	10	44	42	12	32	49	14	29	23	16	33	40
2	6	48	19	8	52	43	10	48	19	12	36	27	14	33	20	16	38	0
3	6	52	27	8	56	35	10	51	56	12	40	5	14	37	17	16	42	21
4	6	56	34	9	0	26	10	55	33	12	43	44	14	41	15	16	46	42
5	7	0	41	9	4	16	10	59	10	12	47	23	14	45	14	16	51	4
6	7	4	48	9	8	6	11	2	47	12	51	2	14	49	14	16	55	27
7	7	8	54	9	11	56	11	6	23	12	54	42	14	53	15	16	59	50
8	7	13	0	9	15	43	11	9	59	12	58	22	14	57	16	17	4	13
9	7	17	5	9	19	30	11	13	35	13	2	3	15	1	18	17	8	37
10	7	21	10	9	23	17	11	17	11	13	5	44	15	5	21	17	13	1
11	7	25	15	9	27	4	11	20	47	13	9	26	15	9	25	17	17	26
12	7	29	19	9	30	51	11	24	23	13	13	8	15	13	30	17	21	51
13	7	33	23	9	34	37	11	27	59	13	16	51	15	17	36	17	26	16
14	7	37	26	9	38	22	11	31	34	13	20	34	15	21	42	17	30	42
15	7	41	29	9	42	7	11	35	10	13	24	18	15	25	50	17	35	8
16	7	45	31	9	45	52	11	38	45	13	28	2	15	29	58	17	39	34
17	7	49	32	9	49	36	11	42	21	13	31	47	15	34	7	17	44	0
18	7	53	34	9	53	19	11	45	56	13	35	33	15	38	17	17	48	26
19	7	57	35	9	57	2	11	49	31	13	39	19	15	42	27	17	52	53
20	8	1	35	10	0	45	11	53	7	13	43	6	15	46	39	17	57	20
21	8	5	34	10	4	27	11	56	43	13	46	53	15	50	52	18	1	47
22	8	9	33	10	8	8	12	0	19	13	50	41	15	55	5	18	6	14
23	8	13	31	10	11	49	12	3	55	13	54	30	15	59	19	18	10	40
24	8	17	29	10	15	30	12	7	31	13	58	20	16	3	34	18	15	7
25	8	21	26	10	19	10	12	11	7	14	2	10	16	7	49	18	19	33
26	8	25	23	10	22	50	12	14	43	14	6	1	16	12	5	18	24	0
27	8	29	19	10	26	29	12	18	20	14	9	53	16	16	22	18	28	26
28	8	33	15	10	30	8	12	21	57	14	13	45	16	20	41	18	32	52
29	8	37	10	10	33	47	12	25	34	14	17	39	16	25	0	18	37	18
30	8	41	4	10	37	26	12	29	11	14	21	33	16	29	20	18	41	44
31	8	44	57	10	41	4				14	25	28				18	46	9

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année 1789, premiere après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table servira pour 1793, en ajoutant 7 secondes aux nombres qu'elle contient: & on ajoutera 15" pour 1797.

Jours.	Janvier.			Février			Mars.			Avril.			Mai.			Juin.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	18	50	34	21	2	33	22	51	22	0	44	48	2	36	4	4	38	56
2	18	54	59	21	6	36	22	55	6	0	48	26	2	39	53	4	43	2
3	18	59	23	21	10	39	22	58	50	0	52	4	2	43	43	4	47	8
4	19	3	47	21	14	41	23	2	33	0	55	43	2	47	34	4	51	14
5	19	8	10	21	18	42	23	6	15	0	59	22	2	51	25	4	55	21
6	19	12	22	21	22	43	23	9	57	1	3	0	2	55	16	4	59	28
7	19	16	56	21	26	42	23	13	39	1	6	40	2	59	8	5	3	35
8	19	21	18	21	30	40	23	17	20	1	10	19	3	3	1	5	7	43
9	19	25	38	21	34	38	23	21	1	1	13	59	3	6	55	5	11	51
10	19	29	57	21	38	34	23	24	42	1	17	39	3	10	50	5	15	59
11	19	34	17	21	42	30	23	28	22	1	21	19	3	14	45	5	20	8
12	19	38	37	21	46	26	23	32	2	1	24	59	3	18	40	5	24	17
13	19	42	56	21	50	21	23	35	41	1	28	40	3	22	35	5	28	26
14	19	47	13	21	54	15	23	39	20	1	32	21	3	26	31	5	32	35
15	19	51	2	21	58	9	23	43	0	1	36	2	3	30	28	5	36	45
16	19	55	48	22	2	1	23	46	39	1	39	44	3	34	26	5	40	54
17	20	0	4	22	5	52	23	50	17	1	43	26	3	38	24	5	45	3
18	20	4	19	22	9	42	23	53	56	1	47	9	3	42	23	5	49	13
19	20	8	34	22	13	35	23	57	35	1	50	52	3	46	22	5	53	23
20	20	12	48	22	17	23	0	1	13	1	54	35	3	50	22	5	57	32
21	20	17	1	22	21	12	0	4	51	1	58	19	3	54	22	6	1	42
22	20	21	14	22	25	0	0	8	29	2	2	3	3	58	22	6	5	51
23	20	25	26	22	28	48	0	12	7	2	5	48	4	2	23	6	10	0
24	20	29	36	22	32	35	0	15	45	2	9	33	4	6	25	6	14	10
25	20	33	46	22	36	22	0	19	23	2	13	19	4	10	27	6	18	19
26	20	37	55	22	40	8	0	23	0	2	17	5	4	14	29	6	22	28
27	20	42	2	22	43	53	0	26	38	2	20	52	4	18	32	6	26	38
28	20	46	11	22	47	38	0	30	16	2	24	39	4	22	36	6	30	47
29	20	50	18				0	33	54	2	28	27	4	26	40	6	34	55
30	20	54	24				0	37	32	2	32	15	4	30	45	6	39	3
31	20	58	29				0	41	10				4	34	50			

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année 1789, premiere après la Biſſextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table ſervira pour 1793, en ajoutant 7 ſecondes aux nombres qu'elle contient: & on ajoutera 15" pour 1797.

Jours.	Juillet.			Août.			Septembre.			Octobre.			Novembre.			Décembre.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	6	43	11	8	47	54	10	43	49	12	31	56	14	28	26	16	32	35
2	6	47	19	8	51	46	10	47	27	12	35	34	14	32	22	16	36	55
3	6	51	27	8	55	38	10	51	4	12	39	12	14	36	19	16	41	15
4	6	55	34	8	59	30	10	54	41	12	42	51	14	40	17	16	45	37
5	6	59	41	9	3	20	10	58	18	12	46	30	14	44	16	16	50	0
6	7	3	48	9	7	10	11	1	55	12	50	9	14	48	16	16	54	22
7	7	7	5[illegible]	9	11	0	11	5	31	12	53	49	14	52	16	16	58	45
8	7	12	0	9	14	49	11	9	7	12	57	29	14	56	17	17	3	9
9	7	16	6	9	18	38	11	12	43	13	1	9	15	0	19	17	7	32
10	7	20	11	9	22	24	11	16	19	13	4	50	15	4	22	17	11	57
11	7	24	16	9	26	10	11	19	55	13	8	32	15	8	26	17	16	22
12	7	28	21	9	29	57	11	23	31	13	12	14	15	12	31	17	20	47
13	7	32	24	9	33	43	11	27	6	13	15	57	15	16	37	17	25	12
14	7	36	27	9	37	28	11	30	42	13	19	40	15	20	43	17	29	37
15	7	40	30	9	41	13	11	34	18	13	23	23	15	24	50	17	34	3
16	7	44	32	9	44	58	11	37	53	13	27	8	15	28	57	17	38	29
17	7	48	34	9	48	42	11	41	29	13	30	53	15	33	6	17	42	56
18	7	52	35	9	52	25	11	45	4	13	34	38	15	37	16	17	47	22
19	7	56	36	9	56	8	11	48	40	13	38	23	15	41	27	17	51	49
20	8	0	37	9	59	51	11	52	15	13	42	10	15	45	38	17	56	15
21	8	4	37	10	3	33	11	55	51	13	45	58	15	49	50	18	0	42
22	8	8	36	10	7	14	11	59	27	13	49	46	15	54	3	18	5	9
23	8	12	34	10	10	55	12	3	3	13	53	35	15	58	17	18	9	36
24	8	16	32	10	14	36	12	6	39	13	57	24	16	2	32	18	14	3
25	8	20	30	10	18	17	12	10	15	14	1	14	16	6	47	18	18	29
26	8	24	26	10	21	57	12	13	51	14	5	5	16	11	3	18	22	55
27	8	28	22	10	25	37	12	17	28	14	8	56	16	15	20	18	27	21
28	8	32	18	10	29	16	12	21	5	14	12	48	16	19	37	18	31	47
29	8	36	13	10	32	55	12	24	42	14	16	42	16	23	55	18	36	13
30	8	40	7	10	36	33	12	28	19	14	20	36	16	28	14	18	40	39
31	8	44	0	10	40	12				14	24	31				18	45	5

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année 1790, seconde après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table servira pour 1794, en ajoutant 7 secondes aux nombres qu'elle contient : & on ajoutera 15" pour 1798.

Jours.	Janvier.			Février.			Mars.			Avril.			Mai.			Juin.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	18	49	30	21	1	34	22	50	28	0	43	55	2	35	9	4	37	56
2	18	53	55	21	5	38	22	54	12	0	47	33	2	38	58	4	42	2
3	18	58	19	21	9	41	22	57	55	0	51	12	2	42	47	4	46	8
4	19	2	43	21	13	43	23	1	38	0	54	50	2	46	37	4	50	14
5	19	7	7	21	17	44	23	5	21	0	58	29	2	50	28	4	54	20
6	19	11	29	21	21	44	23	9	3	1	2	8	2	54	20	4	58	28
7	19	15	52	21	25	44	23	12	45	1	5	47	2	58	13	5	2	36
8	19	20	14	21	29	42	23	16	26	1	9	26	3	2	4	5	6	44
9	19	24	35	21	33	40	23	20	7	1	13	6	3	5	57	5	10	52
10	19	28	56	21	37	37	23	23	48	1	16	46	3	9	52	5	15	0
11	19	33	15	21	41	33	23	27	28	1	20	26	3	13	47	5	19	8
12	19	37	35	21	45	29	23	31	8	1	24	6	3	17	42	5	23	17
13	19	41	53	21	49	24	23	34	48	1	27	46	3	21	38	5	27	26
14	19	46	11	21	53	18	23	38	28	1	31	27	3	25	34	5	31	35
15	19	50	28	21	57	11	23	42	7	1	35	8	3	29	31	5	35	44
16	19	54	45	22	1	4	23	45	46	1	38	50	3	33	28	5	39	53
17	19	59	2	22	4	56	23	49	24	1	42	32	3	37	26	5	44	3
18	20	3	18	22	8	47	23	53	3	1	46	15	3	41	25	5	48	12
19	20	7	33	22	12	38	23	56	42	1	49	58	3	45	24	5	52	22
20	20	11	47	22	16	28	0	0	20	1	53	41	3	49	23	5	56	32
21	20	16	0	22	20	17	0	3	58	1	57	25	3	53	23	6	0	42
22	20	20	12	22	24	5	0	7	36	2	1	9	3	57	24	6	4	51
23	20	24	24	22	27	53	0	11	14	2	4	54	4	1	25	6	9	0
24	20	28	35	22	31	40	0	14	52	2	8	39	4	5	26	6	13	10
25	20	32	45	22	35	27	0	18	29	2	12	24	4	9	28	6	17	19
26	20	36	55	22	39	13	0	22	6	2	16	10	4	13	31	6	21	28
27	20	41	4	22	42	59	0	25	44	2	19	57	4	17	34	6	25	38
28	20	45	12	22	46	44	0	29	22	2	23	44	4	21	38	6	29	46
29	20	49	19				0	33	0	2	27	32	4	25	42	6	33	55
30	20	53	25				0	36	39	2	31	20	4	29	46	6	38	4
31	20	57	30				0	40	17				4	33	51			

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année 1790, ſeconde après la Biſſextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table ſervira pour 1794, en ajoutant 7 ſecondes aux nombres qu'elle contient : & on ajoutera 15" pour 1798.

Jours.	Juillet.			Août.			Septembre.			Octobre.			Novembre.			Décembre.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	6	42	12	8	46	57	10	42	57	12	31	4	14	27	29	16	31	31
2	6	46	20	8	50	50	10	46	34	12	34	42	14	31	25	16	35	51
3	6	50	28	8	54	42	10	50	11	12	38	20	14	35	22	16	40	12
4	6	54	35	8	58	34	10	53	48	12	41	59	14	39	20	16	44	33
5	6	58	42	9	2	25	10	57	25	12	45	38	14	43	18	16	48	55
6	7	2	49	9	6	15	11	1	2	12	49	17	14	47	18	16	53	17
7	7	6	55	9	10	5	11	4	39	12	52	56	14	51	18	16	57	40
8	7	11	1	9	13	54	11	8	15	12	56	36	14	55	19	17	2	3
9	7	15	7	9	17	42	11	11	51	13	0	16	14	59	20	17	6	27
10	7	19	12	9	21	29	11	15	27	13	3	57	15	3	23	17	10	51
11	7	23	17	9	25	15	11	19	3	13	7	39	15	7	27	17	15	15
12	7	27	21	9	29	1	11	22	38	13	11	20	15	11	31	17	19	40
13	7	31	25	9	32	47	11	26	14	13	15	3	15	15	36	17	24	6
14	7	35	28	9	36	33	11	29	50	13	18	46	15	19	43	17	28	32
15	7	39	31	9	40	19	11	33	25	13	22	29	15	23	50	17	32	58
16	7	43	34	9	44	4	11	37	0	13	26	13	15	27	58	17	37	24
17	7	47	36	9	47	48	11	40	36	13	29	58	15	32	7	17	41	50
18	7	51	27	9	51	32	11	44	12	13	33	44	15	36	16	17	46	17
19	7	55	38	9	55	15	11	47	47	13	37	30	15	40	26	17	50	43
20	7	59	38	9	58	58	11	51	22	13	41	16	15	44	37	17	55	10
21	8	3	38	10	2	39	11	54	58	13	45	3	15	48	49	17	59	37
22	8	7	37	10	6	21	11	58	34	13	48	50	15	53	2	18	4	4
23	8	11	36	10	10	2	12	2	10	13	52	39	15	57	16	18	8	31
24	8	15	34	10	13	43	12	5	46	13	56	28	16	1	30	18	12	57
25	8	19	32	10	17	24	12	9	22	14	0	18	16	5	45	18	17	24
26	8	23	29	10	21	4	12	12	58	14	4	9	16	10	1	18	21	51
27	8	27	25	10	24	43	12	16	35	14	8	0	16	14	18	18	26	17
28	8	31	20	10	28	22	12	20	12	14	11	52	16	18	35	18	30	43
29	8	35	15	10	32	1	12	23	49	14	15	45	16	22	53	18	35	9
30	8	39	10	10	35	40	12	27	26	14	19	39	16	27	12	18	39	35
31	8	43	4	10	39	19				14	23	34				18	44	0

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année 1791, troisieme après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table servira pour 1795, en ajoutant 7 secondes aux nombres qu'elle contient : & on ajoutera 15" pour 1799.

Jours.	Janvier.			Février.			Mars.			Avril.			Mai.			Juin.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	18	48	25	21	0	35	22	49	34	0	43	2	2	34	13	4	36	56
2	18	52	50	21	4	38	22	53	18	0	46	41	2	38	2	4	41	2
3	18	57	15	21	8	41	22	57	2	0	50	19	2	41	52	4	45	9
4	19	1	39	21	12	43	23	0	45	0	53	57	2	45	42	4	49	15
5	19	6	3	21	16	45	23	4	28	0	57	35	2	49	33	4	53	22
6	19	10	26	21	20	46	23	8	10	1	1	14	2	53	24	4	57	[illegible]
7	19	14	49	21	24	45	23	11	52	1	4	53	2	57	17	5	1	36
8	19	19	10	21	28	44	23	15	33	1	8	33	3	1	9	5	5	43
9	19	23	31	21	32	42	23	19	14	1	12	13	3	5	2	5	9	51
10	19	27	51	21	36	39	23	22	55	1	15	52	3	8	56	5	13	59
11	19	32	11	21	40	36	23	26	35	1	19	32	3	12	51	5	18	[illegible]
12	19	36	30	21	44	31	23	30	15	1	23	12	3	16	46	5	22	17
13	19	40	50	21	48	27	23	33	55	1	26	53	3	20	42	5	26	26
14	19	45	9	21	52	21	23	37	35	1	30	34	3	24	38	5	30	35
15	19	49	26	21	56	15	23	41	14	1	34	15	3	28	34	5	34	44
16	19	53	43	22	0	8	23	44	53	1	37	57	3	32	30	5	38	53
17	19	58	0	22	4	0	23	48	32	1	41	39	3	36	28	5	43	3
18	20	2	16	22	7	51	23	52	11	1	45	21	3	40	27	5	47	12
19	20	6	31	22	11	42	23	55	49	1	49	4	3	44	26	5	51	21
20	20	10	45	22	15	32	23	59	27	1	52	47	3	48	25	5	55	30
21	20	14	58	22	19	21	0	3	5	1	56	30	3	52	25	5	59	40
22	20	19	11	22	23	10	0	6	43	2	0	14	3	56	25	6	3	50
23	20	23	23	22	26	58	0	10	21	2	3	59	4	0	26	6	8	[illegible]
24	20	27	34	22	30	45	0	13	59	2	7	44	4	4	28	6	12	10
25	20	31	44	22	34	32	0	17	37	2	11	30	4	8	30	6	16	19
26	20	35	54	22	38	18	0	21	15	2	15	16	4	12	33	6	20	28
27	20	40	3	22	42	4	0	24	53	2	19	2	4	16	36	6	24	37
28	20	44	11	22	45	49	0	28	30	2	22	49	4	20	39	6	28	46
29	20	48	18				0	32	8	2	26	36	4	24	42	6	32	55
30	20	52	25				0	35	46	2	30	24	4	28	46	6	37	[illegible]
31	20	56	31				0	39	24				4	32	51			

TABLE

DE L'ASCENSION DROITE DU SOLEIL,

Pour l'Année 1791, troisieme après la Bissextile, calculée pour Midi, au Méridien de Paris.

Cette Table servira pour 1795, en ajoutant 7 secondes aux nombres qu'elle contient: & on ajoutera 15" pour 1799.

Jours.	Juillet.			Août.			Septembre.			Octobre.			Novembre.			Décembre.		
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.	H.	M.	S.
1	6	41	11	8	46	1	10	42	4	12	30	11	14	26	32	16	30	28
2	6	45	19	8	49	54	10	45	42	12	33	49	14	30	28	16	34	48
3	6	49	27	8	53	46	10	49	19	12	37	27	14	34	24	16	39	9
4	6	53	35	8	57	38	10	52	56	12	41	5	14	38	21	16	43	31
5	6	57	42	9	1	29	10	56	33	12	44	44	14	42	20	16	47	53
6	7	1	49	9	5	20	11	0	10	12	48	23	14	46	19	16	52	15
7	7	5	55	9	9	10	11	3	46	12	52	3	14	50	19	16	56	37
8	7	10	1	9	12	59	11	7	22	12	55	43	14	54	20	17	1	1
9	7	14	7	9	16	47	11	10	59	12	59	23	14	58	22	17	5	25
10	7	18	12	9	20	35	11	14	35	13	3	4	15	2	24	17	9	49
11	7	22	17	9	24	22	11	18	11	13	6	45	15	6	27	17	14	12
12	7	26	22	9	28	8	11	21	47	13	10	27	15	10	32	17	18	38
13	7	30	26	9	31	54	11	25	23	13	14	9	15	14	37	17	23	3
14	7	34	29	9	35	39	11	28	58	13	17	52	15	18	43	17	27	28
15	7	38	33	9	39	24	11	32	34	13	21	35	15	22	49	17	31	54
16	7	42	36	9	43	9	11	36	9	13	25	19	15	26	57	17	36	21
17	7	46	38	9	46	53	11	39	44	13	29	4	15	31	6	17	40	47
18	7	50	39	9	50	37	11	43	20	13	32	49	15	35	15	17	45	13
19	7	54	40	9	54	20	11	46	55	13	36	35	15	39	25	17	49	39
20	7	58	41	9	58	3	11	50	31	13	40	21	15	43	36	17	54	6
21	8	2	41	10	1	45	11	54	6	13	44	8	15	47	48	17	58	33
22	8	6	40	10	5	27	11	57	42	13	47	56	15	52	0	18	2	59
23	8	10	39	10	9	10	12	1	18	13	51	45	15	56	13	18	7	26
24	8	14	27	10	12	50	12	4	54	13	55	34	16	0	27	18	11	53
25	8	18	34	10	16	30	12	8	30	13	59	23	16	4	4:	18	16	19
26	8	22	31	10	20	10	12	12	6	14	3	13	16	8	58	18	20	45
27	8	26	28	10	23	50	12	15	43	14	7	4	16	13	15	18	25	12
28	8	30	24	10	27	29	12	19	20	14	10	56	16	17	32	18	29	38
29	8	34	19	10	31	8	12	22	57	14	14	49	16	21	50	18	34	4
30	8	38	14	10	34	47	12	26	34	14	18	43	16	26	8	18	38	30
31	8	42	8	10	38	26				14	22	37				18	42	56

TABLE

Des Ascensions droites & des Déclinaisons des principales Etoiles fixes,

Pour le commencement de l'Année 1780.

Avec la quantité dont ces positions varient en un an.

Les Lettres Grecques sont les caracteres qui servent aux Astronomes à désigner plus particuliérement chaque Etoile. Les Lettres N & S marquent la déclinaison Nord ou Sud. Le signe + désigne une augmentation dans la déclinaison, & le signe — une diminution. (*Voyez N°. 296 & suiv. 318, &c.*)

NOMS DES ETOILES.	Caractere.	Grandeur.	Ascens. droite en tems. H. M. S.	Aug. annuelle. Sec.	Déclinaison. D. M. S.	Variation annuelle. Sec.
L'Aile suivante de Pégase, *Algenib*	γ	2	0 1 56	3,08	13 57 40 N	+ 20,0
La Ceinture de Cassiopée	γ	2	0 43 34	3,51	59 31 15 N	+ 19,7
Leb. de la Queue de la p. Ourse, *la Polaire*	α	2	0 48 8	11,92	88 7 52 N	+ 19,[illegible]
La Source de l'Eridan, *Achernar*	α	1	1 29 31	2,25	58 21 34 S	— 18,6
La Corne suivante du Bélier	α	3	1 54 48	3,34	22 24 56 N	+ 17,[illegible]
La Mâchoire de la Baleine	α	2	2 50 48	3,13	3 13 0 N	+ 14,7
L'Œil du Taureau, *Aldebaran*	α	1	4 23 19	3,43	16 3 12 N	+ 8,[illegible]
La Chevre, *Alhaiot*	α	1	5 0 28	4,41	45 45 18 N	+ 5,[illegible]
Le Pied luisant d'Orion, *Rigel*	β	1	5 3 59	2,89	8 28 8 S	— 4,[illegible]
La Corne Boréale du Taureau	β	2	5 12 23	3,79	28 24 14 N	+ 4,[illegible]
L'Epaule précéd. d'Orion, *Bellatrix*	γ	2	5 13 21	3,22	6 8 1 N	+ 4,[illegible]
L'Epaule suivante d'Orion	α	1	5 43 16	3,25	7 21 1 N	+ 1,[illegible]
Le Gouvernail du Navire, *Canobus*	α	1	6 19 5	1,34	52 34 54 S	+ 1,7
La Gueule du grand Chien, *Sirius*	α	1	6 35 29	2,69	16 25 6 S	+ 3,1
La Tête précéd. des Gémeaux, *Castor*	α	1	7 20 32	3,87	32 21 11 N	— 6,9
Le Petit Chien, *Procion*	α	2	7 27 48	3,20	5 46 59 N	— 7,[illegible]
La Tête suiv. des Gémeaux, *Pollux*	β	2	7 31 51	3,75	28 32 30 N	— 7,[illegible]
Le Cœur du Lion, *Regulus*	α	1	9 56 39	3,24	13 2 16 N	— 17,[illegible]
La Queue du Lion	β	2	11 37 51	3,11	15 48 12 N	— 20,0
Le Pied de la Croix du Sud	α	1	12 14 33	3,24	61 52 46 S	+ 20,0
La prem. de la Queue de la gr. Ourse	ε	2	12 44 17	2,68	57 9 30 N	— 19,7
L'Epi de la Vierge, *Azimech*	α	1	13 13 38	3,15	10 0 22 S	+ 19,6
La Claire du Bouvier, *Arcturus*	α	1	14 5 41	2,82	20 20 1 N	— 19,[illegible]
Le pied suivant du Centaure	α	1	14 25 3	4,45	59 55 14 S	+ 16,[illegible]
Le Bassin Austral de la Balance	α	2	14 38 45	3,31	15 6 53 S	+ 15,4
Le Bassin Boréal de la Balance	β	2	15 5 12	3,22	8 33 26 S	+ 13,[illegible]
Le Cœur du Scorpion, *Antares*	α	1	16 15 57	3,66	25 55 32 S	+ 8,8
La Claire de la Lyre, *Wega*	α	1	18 29 29	2,02	38 35 17 N	+ 2,[illegible]
La Claire de l'Aigle, *Altaïr*	α	2	19 40 2	2,90	8 17 58 N	+ 5,[illegible]
La suivante à la Tête du Capricorne	β	3	20 8 38	3,39	15 27 42 S	— 10,[illegible]
La Queue du Cygne, *Deneb*	α	2	20 33 56	2,05	44 30 8 N	+ 12,5
Le Poisson Austral, *Fomahaut*	α	1	22 45 27	3,33	30 46 53 S	— 19,0
L'Aile précéd. de Pégase, *Markab*	α	2	22 53 49	2,98	14 1 35 N	+ 19,[illegible]

TABLE

Des Latitudes croissantes, ou des Longueurs qu'on doit donner aux divisions du Méridien dans les Cartes réduites.

(Voyez N°. 676 & suiv.)

M.	D	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.
0	0	0	7	421	14	848	21	1289	28	1751	35	2244	42	2782
10		10		431		859		1300		1762		2256		2795
20		20		441		869		1311		1774		2269		2809
30		30		451		879		1321		1785		2281		2822
40		40		461		890		1332		1797		2293		2836
50		50		471		900		1343		1808		2306		2849
0	1	60	8	482	15	910	22	1354	29	1819	36	2318	43	2863
10		70		492		921		1364		1831		2330		2877
20		80		502		931		1375		1842		2343		2890
30		90		512		941		1386		1854		2355		2904
40		100		522		952		1397		1865		2368		2918
50		110		532		962		1408		1877		2380		2932
0	2	120	9	542	16	973	23	1419	30	1888	37	2393	44	2946
10		130		552		983		1429		1900		2405		2960
20		140		562		993		1440		1911		2418		2974
30		150		573		1004		1451		1923		2430		2988
40		160		583		1014		1462		1935		2443		3002
50		170		593		1025		1473		1946		2456		3016
0	3	180	10	603	17	1035	24	1484	31	1958	38	2468	45	3030
10		190		613		1046		1495		1970		2481		3044
20		200		623		1056		1506		1981		2494		3058
30		210		634		1067		1517		1993		2506		3073
40		220		644		1077		1528		2005		2519		3087
50		230		654		1088		1539		2017		2532		3101
0	4	240	11	664	18	1098	25	1550	32	2028	39	2545	46	3116
10		250		674		1109		1561		2040		2558		3130
20		260		684		1119		1572		2052		2571		3144
30		270		695		1130		1583		2064		2584		3159
40		280		705		1140		1594		2076		2597		3173
50		290		715		1151		1605		2088		2610		3188
0	5	300	12	725	19	1161	26	1616	33	2099	40	2623	47	3203
10		310		736		1172		1628		2111		2636		3217
20		320		746		1183		1639		2123		2649		3232
30		330		756		1193		1650		2135		2662		3247
40		341		766		1204		1661		2147		2675		3262
50		351		776		1214		1672		2159		2688		3277
0	6	361	13	787	20	1225	27	1684	34	2171	41	2702	48	3291
10		371		797		1236		1695		2184		2715		3306
20		381		807		1246		1706		2196		2728		3321
30		391		818		1257		1717		2208		2741		3337
40		401		828		1268		1729		2220		2755		3352
50		411		838		1278		1740		2232		2768		3367

